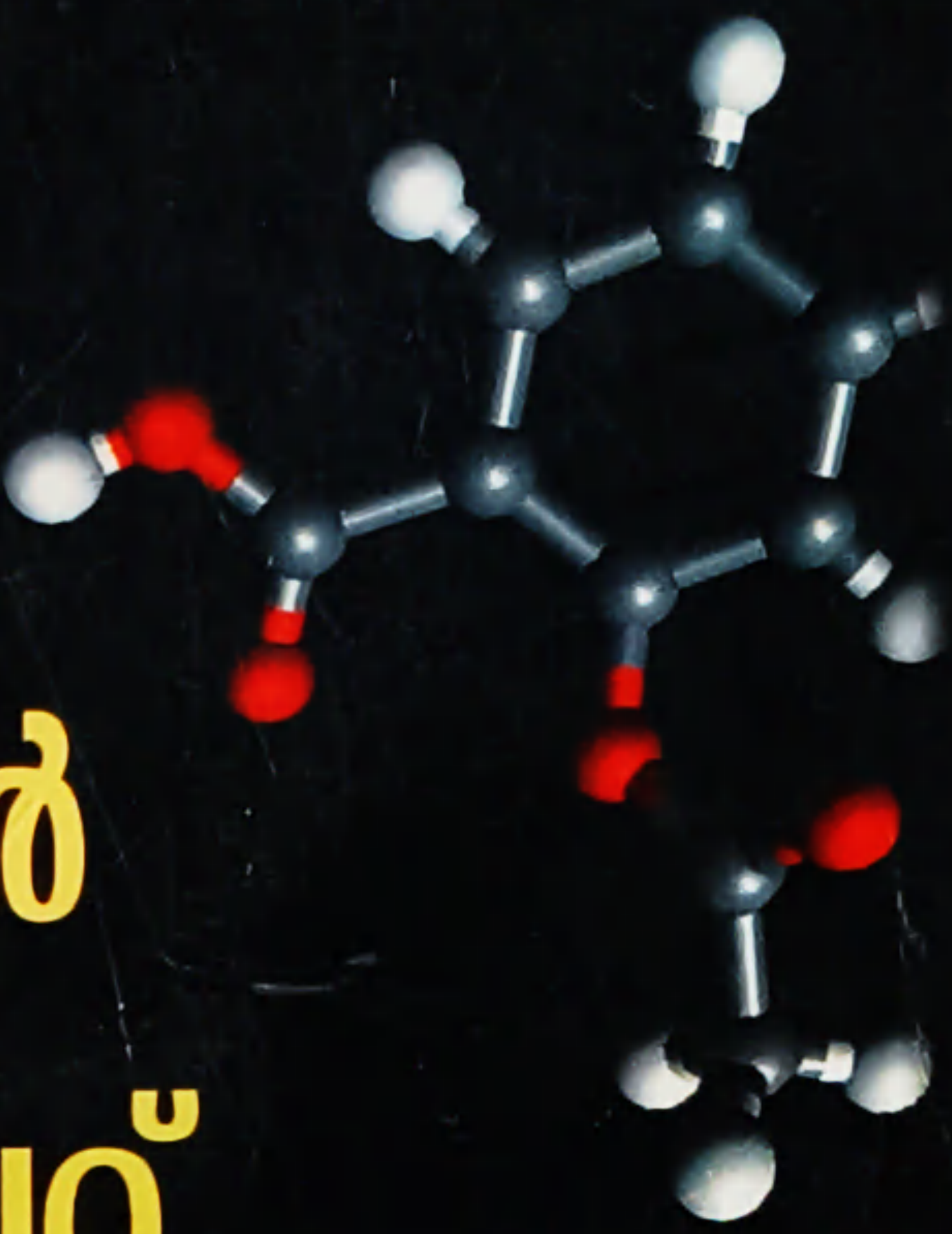


എ ഫോർ ആസ്പിരിൻ ബി ഫോർ ബേക്കലൈറ്റ്

രസമുള്ള രസതന്ത്രവിശേഷങ്ങൾ

മോഹനകൃഷ്ണൻ കാലടി

എ ഫോർ ആസ്പിരിൻ ബി ഫോർ ബേക്കലൈറ്റ്

രസമുള്ള രസതന്ത്ര വിശേഷങ്ങൾ

മലയാളം	Malayalam
എ ഫോർ ആസ്പിരിൻ	**A for Aspirin**
ബി ഫോർ ബേക്കലൈറ്റ്	**B for Bakelite**
രസമുള്ള രസതന്ത്ര വിശേഷങ്ങൾ	**Rasamulla rasathanthra viseshangal**
മോഹനകൃഷ്ണൻ കാലടി	Mohanakrishnan kaladi
എഡിറ്റർ :	Editor :
ഡോ.ബാലകൃഷ്ണൻ ചെറൂപ്പ	Dr.Balakrishnan Cherooppa
ഒന്നാം പതിപ്പ്	First edition
ഫെബ്രുവരി 2015	February 2015
പ്രസാധനം, വിതരണം :	Published and distributed by :
കേരള ശാസ്ത്രസാഹിത്യ പരിഷത്ത്	Kerala Sasthra Sahithya Parishath
തൃശ്ശൂർ - 680004	Thrissur - 680004
ഇ-മെയിൽ :	e-mail :
publicationkssp@gmail.com	publicationkssp@gmail.com
ലേ ഔട്ട്, കവർ :	Lay out, Cover :
ശ്രീലേഷ് കുമാർ	Sreelesh kumar
അച്ചടി :	Printed at :
തെരേസ്സ ഓഫ്സെറ്റ് പ്രിന്റേഴ്സ്,	Theressa Offset Printers,
അങ്കമാലി	Angamaly

₹ 80.00

ISBN : 978-93-83330-64-5

KSSP 2084 I E FEB 2015 Dy 1/8 3K 8000 FT 951/15

എ ഫോർ ആസ്പിരിൻ ബി ഫോർ ബേക്കലൈറ്റ്

രസമുള്ള രസതന്ത്ര വിശേഷങ്ങൾ

മോഹനകൃഷ്ണൻ കാലടി

കേരള ശാസ്ത്രസാഹിത്യ പരിഷത്ത്

മോഹനകൃഷ്ണൻ കാലടി

1978ൽ മലപ്പുറം ജില്ലയിലെ കാലടിയിൽ ജനനം.
കോഴിക്കോട് സർവകലാശാലയിൽ നിന്ന് ഓർഗാനിക് കെമിസ്ട്രിയിൽ പിഎച്ച്.ഡി ബിരുദം. ഡോ.പി മുഹമ്മദ് ഷാഫിയുടെ കീഴിലായിരുന്നു ഗവേഷണം. ഒറ്റപ്പാലം എൻഎസ്എസ് കോളേജിൽ അധ്യാപകൻ.
കൃതികൾ : പാലൈസ്, മഴപ്പൊട്ടൻ, മിനുക്കം, ഭൂതക്കോട്ട, പാസഞ്ചർ, റെയിൻകോട്ട്, പാട്ടുപുസ്തകം, ആനമഴ (ബാലസാഹിത്യം), മറ്റാരും കാണാതെ, എസ് എം എസ് ഫലിതങ്ങൾ.
കേരള സാഹിത്യ അക്കാദമി കനകശ്രീ അവാർഡ്, വൈലോപ്പിള്ളി അവാർഡ്, കെ ബി മേനോൻ സ്മാരക അവാർഡ്, ശ്രീരേഖ പുരസ്കാരം, അറ്റ്ലസ് കൈരളി അവാർഡ്, കണ്ണൂർ യൂണിവേഴ്സിറ്റി മലയാളവിഭാഗം സമ്മാനിച്ച ഡോ.കെ രാജൻ മെമ്മോറിയൽ അവാർഡ് എന്നിവ ലഭിച്ചിട്ടുണ്ട്.
ഭാര്യ : അഷിത, മകൻ : ഉണ്ണികൃഷ്ണൻ.

പ്രസാധകക്കുറിപ്പ്

അന്വേഷണങ്ങളും കണ്ടെത്തലുകളാണ് മനുഷ്യചരിത്രം രൂപപ്പെടുത്തിയത്. ശാരീരികമായി അത്രയൊന്നും വിജയമല്ലാത്ത ഒരു സസ്തനി ഒരു ഗ്രഹത്തിന്റെ നിയന്ത്രകനായി വളർന്നതിന്റെ പിന്നിൽ രോഗങ്ങളെയും പ്രകൃതിശക്തികളെയും വരുതിയിലാക്കിയതിന്റെ സാഹസിക കഥകളുണ്ട്. പ്രകൃതിയിൽ നിന്ന് കണ്ടെത്തിയവയും കൃത്രിമമായി നിർമിച്ചവയുമായ കുറേ തന്മാത്രകളെ ഈ പുസ്തകം പരിചയപ്പെടുത്തുന്നു. ഇവയിൽ പലതും ഇല്ലാത്ത ലോകം നമുക്ക് സങ്കൽപ്പിക്കാൻ പോലും പ്രയാസമാണ്.

ആസ്പിരിൻ എന്നറിയപ്പെടുന്ന അസറ്റൈൽ സാലിസിലിക് ആസിഡ്, മനുഷ്യരെ മായിക സ്വപ്നത്തിലാഴ്ത്തുന്ന മോർഫീൻ, പനിയുടെ പര്യായമായി മാറിയ പാരസിറ്റാമോൾ, ചരിത്രാതീതകാലം മുതൽ നമ്മോടൊപ്പം കൂടിയ എഥനോൾ, ഒട്ടേറെ കദനകഥകൾ കൂടെപ്പേറുന്ന ഇൻഡിഗോ, മെൻഥോൾ എന്ന മാലാഖ, മെഥനോൾ എന്ന വിഷം, പ്ലാസ്റ്റിക്കുകൾ, നിക്കോട്ടിൻ, ക്യാൻസർ ചികിത്സയ്ക്കുപയോഗിക്കുന്ന ടാക്സോൾ എന്നിവ ഇതിൽ ചർച്ചാവിഷയമാവുന്നു. രസതന്ത്രം ഇവയെ മോചിപ്പിച്ചെടുത്തതിന്റെ അറിയപ്പെടാത്ത നിരവധി കഥകൾ ലേഖകൻ പരാമർശിക്കുന്നുണ്ട്. പലപ്പോഴും തന്മാത്രകൾ വ്യക്തിത്വമാർന്ന കഥാപാത്രങ്ങളുടെ നിലവാരത്തിലേക്ക് ഉയരുന്നത് ഇതിൽ കാണാം.

സാമ്പ്രദായികശൈലിയിലെഴുതിയ ഒരു രസതന്ത്രപുസ്തകമല്ല ഇത്. ഗ്രന്ഥകർത്താവായ മോഹനകൃഷ്ണൻ കാലടി അറിയപ്പെടുന്ന

കവിയാണ്. തന്മാത്രകളെ പരിചയപ്പെടുത്തുന്നതോടൊപ്പം 'മനുഷ്യ ജീവിതത്തിലെ ദുരിതങ്ങളെയും മോചനങ്ങളെയും', 'നിലനിൽപ്പിന്റെ സമരമുഖങ്ങളെയും' പറ്റിയൊക്കെ അന്വേഷണം നീളുന്നു. ചമ്പാര നിലെ പാവപ്പെട്ട കർഷകരുടെ ജീവിതം തകർത്തുകൊണ്ട് ഇംഗ്ലണ്ടിലെ വസ്ത്രവ്യവസായികളുടെ ലാഭം കുമിഞ്ഞുകൂടാൻ സഹായിച്ച അവിടത്തെ ഇൻഡിഗോ രാസവ്യവസായത്തെപ്പറ്റി നിങ്ങൾക്കിതിൽ വായിക്കാം. അതുപോലെ തൊഴിലാളികളെയും ഉപഭോക്താക്കളെയും രോഗത്തിലാഴ്ത്തിക്കൊണ്ട് തൊഴിലുടമകളെ കോടിപ്രഭുക്കളാക്കിയ പുകയിലയുടെയും സിഗരറ്റിന്റെയും പിന്നിലുള്ള നിക്കോട്ടിന്റെ മായിക ശക്തിയുടെ പൊരുളും നമുക്കിതിൽ വായിക്കാം. ഒരു യുഗപ്പിറവി യായാണ് പ്ലാസ്റ്റിക് എന്ന രാസികം ആധുനിക യുഗത്തിൽ പ്രത്യക്ഷ പ്പെട്ടത്. ഇന്നത് സൃഷ്ടിക്കുന്ന മാലിന്യക്കൂമ്പാരം മറ്റൊരു മഹാ രോഗവിപത്തായി വളർന്നിരിക്കുന്നു. ഇത്തരത്തിലുള്ള ഓരോ രാസിക ത്തോടും പ്രകൃതി എങ്ങനെ പ്രതികരിക്കുന്നു, മനുഷ്യശരീരം എങ്ങനെ പ്രതികരിക്കുന്നു, മനുഷ്യ സമൂഹം എങ്ങനെ പ്രതികരിക്കുന്നു എന്നെല്ലാം നമുക്ക് ഈ പുസ്തകത്തിൽ വായിക്കാം. രാസികങ്ങളുടെ ഇത്തര ത്തിലുള്ള സാമൂഹികപ്രസക്തിയോടൊപ്പം അവയുടെ രസതന്ത്ര സൂത്രങ്ങളും തന്മാത്രാ ഘടനയും ഒക്കെ മനസ്സിലാക്കാനും ഈ ഗ്രന്ഥം സഹായിക്കുന്നതാണ്.

ചിന്തകളുടെ പ്രസാദാത്മകതയും ഭാഷയുടെ സൗന്ദര്യവും ഒത്തു ചേരുന്ന ഈ ഗ്രന്ഥത്തിലൂടെ കടന്നുപോകുന്നത് പുതിയൊരനുഭവ മാവും എന്ന് ഞങ്ങൾ പ്രതീക്ഷിക്കുന്നു. രസതന്ത്രവിദ്യാർഥികൾക്കും മുതിർന്നവർക്കും സാമൂഹികപ്രവർത്തകർക്കും എല്ലാം ഈ പുസ്തകം പ്രയോജനപ്പെടുന്നതാണ്.

കേരള ശാസ്ത്രസാഹിത്യ പരിഷത്ത്

ഉള്ളടക്കം

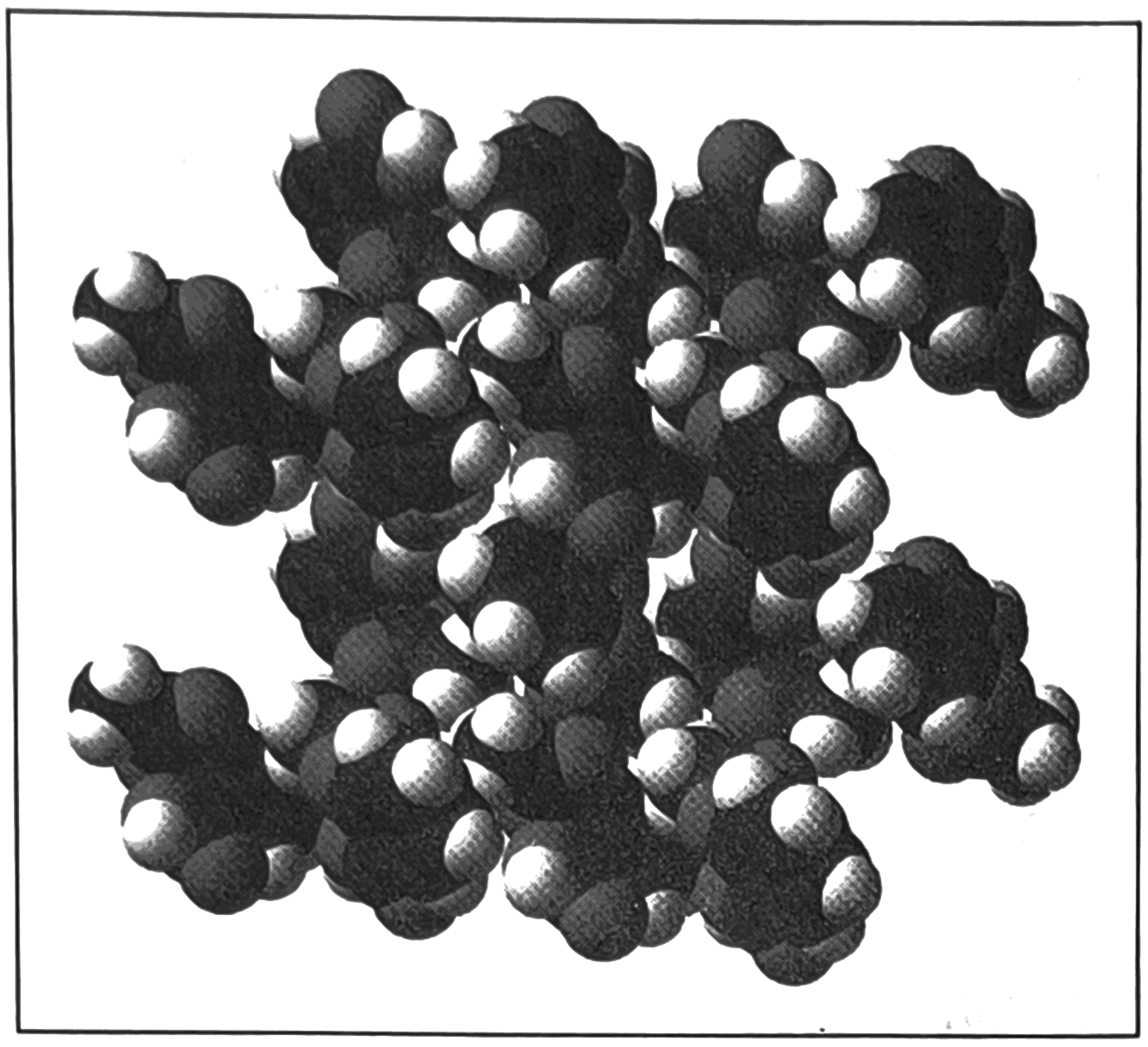
1. ആസ്പിരിൻ ചരിത്രം 9
2. മോർഫീൻ - കറുപ്പും വെളുപ്പും 15
3. പ്രോൺടോസിൽ -
   ആന്റിബയോട്ടിക്കുകളുടെ പിറവി 20
4. കർപ്പൂരത്തിന്റെ സുഗന്ധഗോപുരം 26
5. ആൽക്കഹോളിലെ വെള്ളം 31
6. ആൽക്കഹോൾ -
   അടുക്കളയിൽ നിന്ന് അരങ്ങത്തേക്ക് 36
7. എഥനോൾ - ഇന്ധനവും ബന്ധനവും 42
8. ഇൻഡിഗോയുടെ വർണചരിത്രം 48
9. ബേക്കലൈറ്റ് - പ്ലാസ്റ്റിക്കുകളുടെ യുഗപ്പിറവി 56
10. നൈലോണിന്റെ കാലം 64
11. മെൻഥോൾ എന്ന മാലാഖ 71
12. റബ്ബറിന്റെ രഹസ്യങ്ങൾ 77
13. പുകയിലയും നിക്കോട്ടിനും 83
14. മെഥനോളിന്റെ വിഷനൃത്തം 88
15. ടാക്സോൾ അഥവാ പാസ്ളിടാക്സെൽ 94
16. പനിയും പാരസിറ്റാമോളും 100

1

ആസ്പിരിൻ ചരിത്രം

ദുരിതങ്ങളുടെയും അവയിൽ നിന്നുള്ള മോചനങ്ങളുടെയും കൂടി കഥയാണ് മനുഷ്യചരിത്രം. യുദ്ധങ്ങളും പ്രകൃതി ദുരന്തങ്ങളും മാത്രമല്ല, രോഗങ്ങളും വേദനകളും അവരെ എല്ലാകാലവും വേട്ടയാടിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്നു. അത്തരം വേട്ടകളോടുള്ള ചെറുത്തുനിൽപ്പിൽ നിന്നാണ് സംസ്കാരങ്ങൾ രൂപപ്പെട്ടത്. നിലനിൽപ്പിന്റെ സമരമുഖങ്ങളിൽ മനുഷ്യനെ മൂർച്ചപ്പെടുത്തിയെടുക്കുന്നതിൽ ശാസ്ത്രം വഹിക്കുന്ന പങ്ക് സമാനതകളില്ലാത്തതാണ്. വേദനകളും ഇല്ലായ്മകളും സാധ്യതകളായും സാധ്യതകൾ സ്വപ്നങ്ങളായും സ്വപ്നങ്ങൾ അന്വേഷണങ്ങളായും അന്വേഷണങ്ങൾ ആയുധങ്ങളായും (tools) മാറുന്ന സാഹസമാണ് സയൻസ്. എല്ലാ പോരാട്ടങ്ങൾക്കും സമാന്തരമായി സൂക്ഷ്മതലത്തിൽ നടത്തപ്പെടുന്ന ഒരു ജൈത്രയാത്രയാണ് സയൻസിന്റേത്. ഈ അശ്വമേധത്തിൽ മനുഷ്യനോടൊപ്പം മറ്റു ജീവജാലങ്ങളെയും വൈറസ്, ബാക്റ്റീരിയ മുതലായ അടിയാള വർഗങ്ങളെയും ജൈവബോധമില്ലാത്ത വസ്തുക്കളെയും ശാസ്ത്രം കൈപിടിച്ചുയർത്തുന്നു; വിജ്ഞാനലോകത്ത് സമത്വാവകാശം നൽകി സ്വതന്ത്രമാക്കുന്നു. ഇത്തരത്തിൽ രസതന്ത്രം മോചിപ്പിച്ചെടുത്ത അത്ഭുതതന്മാത്രകളിലൊന്നാണ് ആസ്പിരിൻ എന്ന വേദനാസംഹാരി.

ഘടനാപരമായി 'അസറ്റൈൽ സാലിസിലിക് ആസിഡ്' ആണ് ആസ്പിരിൻ. സാലിസിലിക് ആസിഡ് ഒരു 'ഫീനോളിക് ആസിഡ്' ആണ്; ഓർത്തോ ഹൈഡ്രോക്സിബെൻസോയിക് ആസിഡ് എന്ന് കൂടുതൽ വ്യക്തമായി പ്പറയാം. ഹൈഡ്രോക്സിൽ ഗ്രൂപ്പും (-OH) കാർബോക്സിലിക് ഗ്രൂപ്പും (-COOH) ഒരേ ബെൻസീൻ റിംഗിൽത്തന്നെ അടുത്തടുത്ത കാർബൺ ആറ്റങ്ങളുമായി ബന്ധനത്തിലേർപ്പെട്ടിരിക്കുന്ന ലളിതഘടനയാണിത്. ഇതിൽ



ഹൈഡ്രോക്സിൽ ഗ്രൂപ്പിലെ ഹൈഡ്രജനെ മാറ്റി അസറ്റൈൽ ഗ്രൂപ്പ് (CH_3CO-) ചേർന്നുണ്ടാകുന്ന എസ്റ്റർ ആണ് ആസ്പിരിൻ.

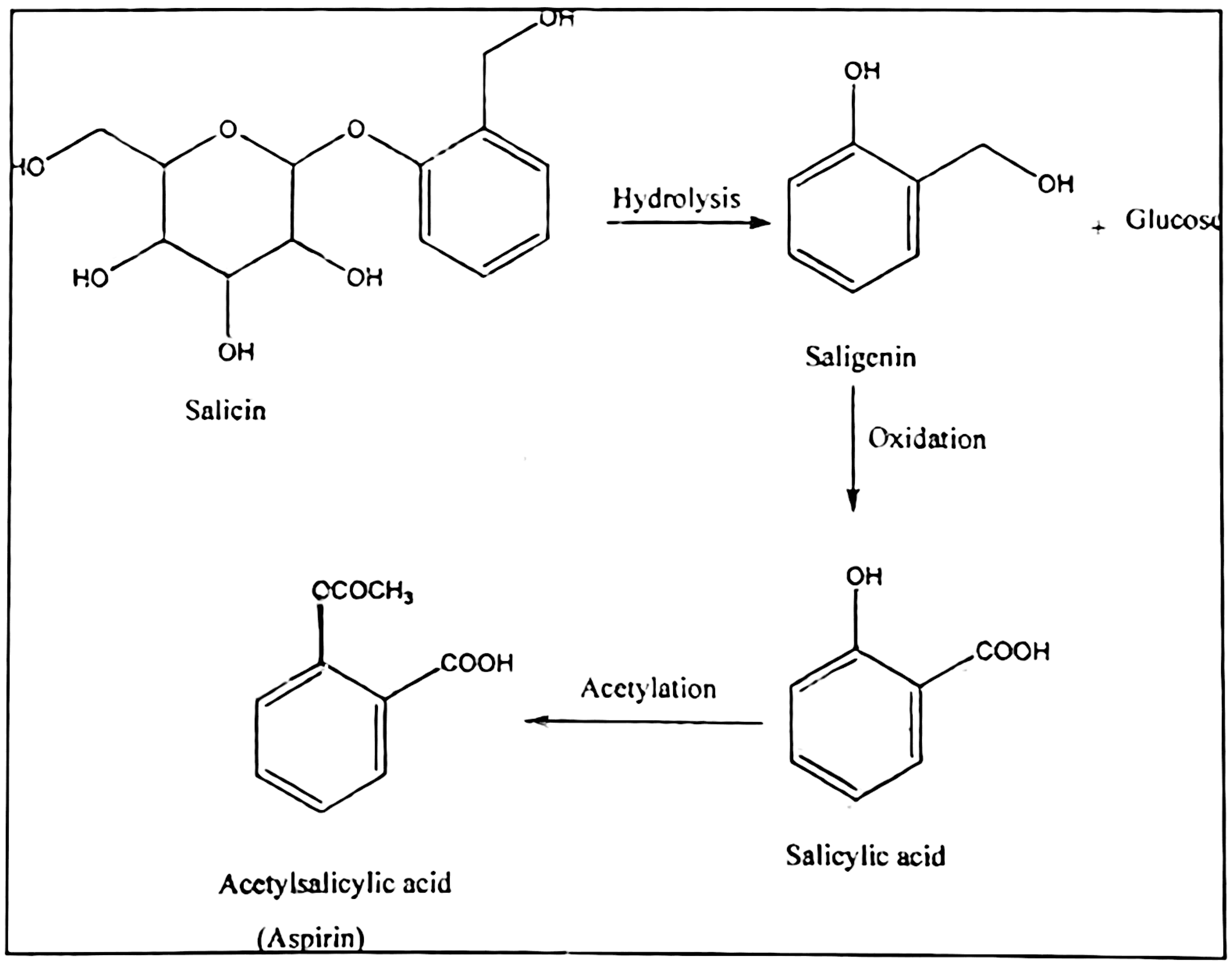
പക്ഷെ ഇങ്ങനെയൊരു ലളിത തന്മാത്രയെക്കുറിച്ച് 19-ാം നൂറ്റാണ്ടിന്റെ മധ്യകാലത്തോളം ആരും ആലോചിച്ചിട്ട് പോലുമില്ലായിരുന്നു. എന്നാൽ ചില പൂർവമാതൃകകൾ ഔഷധക്കൂട്ടുകളുടെയും മറ്റും ഭാഗമായി വ്യാപകമായി ഉപയോഗിക്കപ്പെട്ടിരുന്നു. 3500-ലധികം വർഷം പഴക്കമുള്ള പ്രാചീന വൈദ്യശാസ്ത്രഗ്രന്ഥമായ 'എബറസ് പാപ്പിറസിൽ' (ഈജിപ്ഷ്യൻ വൈദ്യന്മാരുടെയൊക്കെ പ്രാമാണികഗ്രന്ഥം) നിർദ്ദേശിക്കപ്പെട്ടിരിക്കുന്ന ഒന്നിലധികം ഔഷധക്കൂട്ടുകളിൽ ആസ്പിരിന്റെ പൂർവിക തന്മാത്രകളുണ്ടായിരുന്നു. വാതത്തിനും നടുവേദനയ്ക്കും ഉത്തമ പരിഹാരമായി നിർദ്ദേശിക്കപ്പെട്ടിരിക്കുന്ന ഈ ഔഷധക്കൂട്ടുകൾ 'വില്ലോ' മരത്തിന്റെ (ക്രിക്കറ്റ് ബാറ്റുണ്ടാക്കുന്നത് ഈ മരം കൊണ്ടാണത്രെ) തൊലി പിഴിഞ്ഞെടുക്കുന്ന ചാറായിരുന്നു. പിന്നീട് ഏതാണ്ട് ആയിരം വർഷങ്ങൾക്ക് ശേഷം രംഗപ്രവേശം ചെയ്ത 'വൈദ്യശാസ്ത്രത്തിന്റെ പിതാവ്' എന്നറിയപ്പെട്ട ഹിപ്പോക്രാറ്റസ്, എബറസ് പാപ്പിറസിലെ ഔഷധയോഗങ്ങളിൽ പലതിനെയും ശരിവയ്ക്കുന്നുണ്ട്. 'വില്ലോസത്ത്' വാതവേദനകൾക്ക് മാത്രമല്ല പനിക്കും ഫലപ്രദമാണെന്ന് അദ്ദേഹം കണ്ടെത്തുന്നു. ഇതേ വില്ലോസത്തിനെത്തന്നെ പ്രസവവേളയിലും ഉപയോഗിക്കാവുന്നതാണെന്ന് അദ്ദേഹം നിർദ്ദേശിക്കുന്നു. അഞ്ഞൂറ് വർഷങ്ങൾക്കിപ്പുറം മറ്റൊരു ശാസ്ത്രാന്വേഷകൻ - ഔലസ് കോർണിലസ് സെൽസസ് (Aulus Cornelius Celsus) - വില്ലോവിന്റെ ഇലകളിൽ നിന്നെടുക്കുന്ന സത്തിനും ഇതേ ഗുണമുണ്ടെന്ന് മനസ്സിലാക്കുന്നു.

1763-ലാണ് ലണ്ടനിലെ റോയൽ സൊസൈറ്റി മേൽപ്പറഞ്ഞ മനസ്സിലാക്കലുകളെയെല്ലാം ആധികാരികമായി സാക്ഷ്യപ്പെടുത്തി ആധുനികവിജ്ഞാനത്തിന് കൈമാറുന്നത്. വൈദ്യനും പുരോഹിതനുമായ എഡ്വാർഡ് സ്റ്റോൺ (Edward Stone) ആണ് റോയൽ സൊസൈറ്റിക്കു വേണ്ടി സാക്ഷ്യം പറയുന്നത്. വില്ലോസത്ത് ഉപയോഗിച്ച് അമ്പതോളം രോഗികളുടെ ജ്വരം ഭേദപ്പെടുത്തിയതായി സ്റ്റോൺ രേഖപ്പെടുത്തുന്നു. ഈ മരുന്ന് വെള്ളത്തിലോ ചായയിലോ ബിയറിലോ ലയിപ്പിച്ച് കൊടുക്കാമെന്നും, ഇത് 'ക്വയ്നാ' മര

ത്തിന്റെ (സിൻകോണ എന്ന മരം - പണ്ടു മുതലേ മലമ്പനിക്കുള്ള മരുന്ന് ഈ മരത്തിൽ നിന്നാണ് എടുത്തിരുന്നത്.) സത്തിനോളം തന്നെ ഗുണകര മാണെന്നും അദ്ദേഹം നിരീക്ഷിക്കുന്നു. ഇവിടെയെല്ലാം തന്നെ ആസ്പിരിൻ ഒളിഞ്ഞിരിക്കുന്നുണ്ടായിരുന്നു. പക്ഷെ അതിനെയോ അതിന്റെ പൂർവ മാതൃകകളായ മറ്റ് തന്മാത്രകളെയോ തിരിച്ചറിയാൻ മാത്രം അന്ന് രസതന്ത്രം വളർന്നിരുന്നില്ല. അപ്പോഴേയ്ക്കും ഈ ഔഷധരഹസ്യം യൂറോപ്പിലും ഏഷ്യയിലും വടക്കേ അമേരിക്കയിലുമെല്ലാം വ്യാപകമായിക്കഴിഞ്ഞിരുന്നു.

രസതന്ത്രവും വളരുകയായിരുന്നു. പരീക്ഷണശാലകൾ കൂടുതൽ കൂടു തൽ കരുത്താർജിക്കുകയായിരുന്നു. ത്യാഗങ്ങളുടെയും ആത്മസമർപ്പണങ്ങ ളുടെയും മുന്നിൽ പ്രകൃതിരഹസ്യങ്ങൾക്ക് പിടിച്ചു നിൽക്കാൻ കഴിയാതെ യായി. 1828-ൽ മ്യൂണിച്ചിലെ ഔഷധശാസ്ത്ര പ്രൊഫസറായിരുന്ന ജോ ഹാൻ ബുക്നറിന് (Johan Buchner) വില്ലോമരം ആദ്യമായി തന്റെ രഹസ്യ ങ്ങളെല്ലാം വെളിപ്പെടുത്തി. ബുക്നർ വില്ലോ മരത്തിന്റെ സത്തിനെ (extract) ശാസ്ത്രീയമായിത്തന്നെ ശുദ്ധീകരിച്ചു. ശുദ്ധീകരണപ്രക്രിയ പലത വണ ആവർത്തിച്ചപ്പോൾ അതിലെ ടാനിനും മറ്റ് അപ്രധാനഘടകങ്ങളും നീക്കം ചെയ്യപ്പെട്ടു. താരതമ്യേന പരിശുദ്ധം എന്നു തന്നെ പറയാവുന്ന മഞ്ഞ നിറത്തോടു കൂടിയ ഒരു സംയുക്തം ബാക്കിയായി. ബുക്നർ അതിനെ 'സാലിസിൻ' (Salicin) എന്നു വിളിച്ചു. വില്ലോച്ചെടികളുടെ കുടുംബപ്പേര് '*സാലിസാസിയെ*' (*Saslicaceae*) എന്നാണ്; വില്ലോവിന്റെ ബോട്ടാണിക്കൽ നാമം '*സാലിക്സ് ആൽബ്*' (*Salix alba*) എന്നും. ഈ രണ്ടു പൂർവനാമങ്ങ ളിൽ നിന്നാണ് ബുക്നർ സാലിസിൻ എന്ന വിളിപ്പേര് കണ്ടെത്തുന്നത്.

അന്വേഷണം തുടരുകയായിരുന്നു. പത്തുകൊല്ലത്തിനുശേഷം പാരീ സിലെ ഒരു ഗവേഷണ കേന്ദ്രത്തിൽ വച്ച് ഇറ്റാ ലിയൻ രസതന്ത്രജ്ഞ നായ റാഫേൽ പിരിയ (Raffaele piria) സാലി സിൻ വേർതിരിച്ചെ ടുത്ത് അതിനെ ജല വിശ്ലേഷണത്തിന് (Hydrolysis) വിധേയ മാക്കി. സാലിസിന്റെ രഹസ്യച്ചുരുളുകളും അഴിഞ്ഞുവീണു. അത് ഷുഗറുകളും



ഫീനോളിക് ഘടകങ്ങളുമായി വേർതിരിഞ്ഞു. പിന്നീട് പിരിയ തന്നെ മറ്റൊരു വൻസാഹസം ചെയ്തു. ഫീനോളിക് ഘടകത്തിനെ ഓക്സീകരണത്തിന് (oxidation) വിധേയമാക്കി പുതിയൊരു ഓർഗാനിക് ആസിഡിനെ ലോകത്തിന് സമ്മാനിച്ചു. അതാണ് സാലിസിലിക് ആസിഡ്. പുതിയ സംയുക്തത്തെ ശാസ്ത്രലോകം അത്യാവേശത്തോടെ സ്വീകരിച്ചു. ഒരുപാട് പേർ സാലിസിലിക് ആസിഡിന്റെ രാസ-ഭൗതിക സ്വഭാവങ്ങളെപ്പറ്റി പഠിക്കുവാൻ മുന്നോട്ടുവന്നു. അതിലൊരാളായ ചാൾസ് ഫ്രെഡറിക് ഗെർഹാർട്ട് (Charles Frederic Gerhardt) 1853-ൽ സാലിസിലിക് ആസിഡിനെ അസറ്റിക് അൻഹൈഡ്രൈഡുമായി (Acetic anhydride) രാസപ്രവർത്തനം നടത്തിക്കുകയും അസറ്റൈൽ സാലിസിലിക് ആസിഡ് തയ്യാറാക്കുകയും ചെയ്തിരുന്നു. പക്ഷെ ഗെർഹാർട്ടിന് അതിന്റെ ഘടനയെക്കുറിച്ച് കൃത്യമായ ധാരണകളുണ്ടാക്കാൻ കഴിഞ്ഞില്ല. മാത്രമല്ല ഈ സംയുക്തത്തിനെ എങ്ങനെ ശുദ്ധീകരിക്കണമെന്നും അദ്ദേഹത്തിന് വ്യക്തമായിരുന്നില്ല. അങ്ങനെ ഇത്തവണയും ആസ്പിരിൻ പിടിതരാതെ രക്ഷപ്പെടുകയായിരുന്നു. അധികം താമസിയാതെത്തന്നെ ജർമൻ ശാസ്ത്രജ്ഞനായ കാൾ ജോഹാൻ ക്രാട്ട് (Karl Jahann Kraut) അസറ്റൈൽ സാലിസിലിക് ആസിഡിനെ ശുദ്ധീകരിച്ച് പരൽരൂപത്തിൽ വീണ്ടെടുത്തു (Re-crystallisation). ആസ്പിരിൻ എന്ന പേര് അപ്പോഴും ആരുടെയും നാത്തുമ്പത്തെത്തിയിരുന്നില്ല. അസറ്റൈൽ സാലിസിലിക് ആസിഡിന്റെ ഔഷധവീര്യമൊന്നും മനസ്സിലാക്കപ്പെട്ടിരുന്നുമില്ല. ആസ്പിരിൻ ചിരിയടക്കിയിരുന്നു.

ഇതിനെല്ലാം സമാന്തരമായ മറ്റ് ചില കുതിപ്പുകൾ നടക്കുന്നുണ്ടായിരുന്നു. കൂടുതൽ കൂടുതൽ സസ്യങ്ങളിൽ (ഉദാ: അമേരിക്കൻ ടീബെറി) സാലിസിന്റെ സാന്നിധ്യം തെളിയിക്കപ്പെട്ടു. ഘടനകളെക്കുറിച്ച് കൂടുതൽ സൂചനകൾ കിട്ടി. സാലിസിനെ ജലവിശ്ലേഷണം നടത്തുമ്പോൾ കിട്ടുന്ന ഫീനോളിക് സംയുക്തം (സാലിജെനിൻ എന്നാണ് ഇതിനെ വിളിച്ചിരുന്നത്) സാലിസിലിക് ആൽക്കഹോൾ ആണെന്നും തുടർന്ന് ഓക്സീകരണം നടത്തിയാൽ കിട്ടുന്ന സാലിസിലിക് ആസിഡ് ഒരു ഫീനോളിക് ആസിഡാണെന്നും തിരിഞ്ഞു കിട്ടി. ഇതിനെല്ലാമപ്പുറം വില്ലോസത്തിനും സാലി

സിനുമൊക്കെ ഔഷധഗുണം നൽകുന്നത് സാലിസിലിക് ആസിഡിന്റെ സാന്നിധ്യമാണെന്ന് തെളിയിക്കപ്പെട്ടു. 1859-ൽ ഹെർമാൻ കോൾബ് (Hermann kolbe) ഫീനോളിനെ ഉയർന്ന മർദ്ദത്തിൽ കാർബൺ ഡൈഓക് സൈഡുമായി പ്രവർത്തിപ്പിച്ച് സാലിസിലിക് ആസിഡ് നിർമിച്ചെടുത്തതോടെ കാര്യങ്ങൾക്ക് ഒരു പുതിയ ദിശ കൈവന്നു. കോൾബ് പ്രക്രിയ (Kolbe's process) എന്നറിയപ്പെടുന്ന ഈ രാസപ്രവർത്തനത്തിലൂടെ സാലിസിലിക് ആസിഡിന്റെ ഉൽപാദനച്ചെലവ് ചെടികളിൽ നിന്നെടുക്കുന്നതിനേക്കാൾ പത്തിലൊന്നായി കുറഞ്ഞു. വൈദ്യശാസ്ത്രരംഗത്തും ഔഷധവ്യവസായ രംഗത്തും ഇത് വൻ മാറ്റങ്ങളുണ്ടാക്കി.

വേദനാസംഹാരിയായും ജ്വരഹാരിയായും സാലിസിലിക് ആസിഡിനെ നിർദ്ദേശിച്ചു കൊടുക്കുന്നതിൽ ഡോക്ടർമാർ മത്സരിച്ചു. ഉൽപാദനം നാലു വർഷം കൊണ്ട് ആറിരട്ടിയായി. ഔഷധവ്യവസായം തടിച്ചുകൊഴുത്തു.

അപ്പോഴും മറഞ്ഞിരിക്കുന്ന ആസ്പിരിന്റെ കുസൃതിയാണോ എന്നറിയില്ല - സാലിസിലിക് ആസിഡിന്റെ പാർശ്വഫലങ്ങൾ ഓരോന്നായി പുറത്തുവരാൻ തുടങ്ങി. കയ്പ്, വൃത്തികെട്ട രുചി, ഛർദ്ദിക്കാൻ വരുന്നു, വയറെരിയുന്നു എന്നൊക്കെ രോഗികൾ പരാതിപ്പെട്ടു. പരാതികൾ സത്യമായിരുന്നു. സാലിസിലിക് ആസിഡ് തന്മാത്രകൾ അന്നനാളത്തിന്റെയും കുടലിന്റെയും ഭിത്തികളിലെ കോശങ്ങളുമായി രാസപ്രവർത്തനത്തിലേർപ്പെട്ട് വ്രണങ്ങളും സുഷിരങ്ങളും (ulcer) ഉണ്ടാക്കിയിരുന്നു. സാലിസിലിക് ആസിഡിനു പകരം അതിന്റെ സോഡിയം സാൾട്ട് (സോഡിയം സാലിസിലേറ്റ്) ഉപയോഗിച്ചപ്പോഴും ഇതു തന്നെയായിരുന്നു അവസ്ഥ. ഔഷധ കമ്പനികൾ ഇതിനെ മറികടക്കാനുള്ള തീവ്രശ്രമങ്ങൾ ആരംഭിച്ചു.

ജർമനിയിലെ ബേയർ ബാനിലും ഈ ശ്രമത്തിന്റെ വഴിയിലായിരുന്നു. ഫെലിക്സ് ഹോഫ്മാൻ (Felix Hoffmann) എന്ന ശാസ്ത്രജ്ഞനായിരുന്നു ഗവേഷണച്ചുമതല. ഹോഫ്മാനെ സംബന്ധിച്ചിടത്തോളം ഇതൊരു വ്യക്തിപരമായ ആവശ്യം കൂടിയായിരുന്നു. അദ്ദേഹത്തിന്റെ പിതാവ് ഒരു വാതരോഗിയായിരുന്നു. വേദനസംഹാരിയായി സോഡിയം സാലിസിലേറ്റ് ഉപയോഗിക്കുന്നതിന്റെ പാർശ്വഫലങ്ങൾ അദ്ദേഹം നേരിട്ടറിഞ്ഞിരുന്നു. തന്റെ പിതാവിനെപ്പോലുള്ള ആയിരക്കണക്കിന് രോഗികൾക്ക് പാർശ്വഫലങ്ങളില്ലാതെ ഫലപ്രദമായി ഉപയോഗിക്കാവുന്ന ഒരു ഔഷധം എന്നത് ഹോഫ്മാന്റെ ജീവസ്വപ്നമായി മാറി. സാലിസിലിക് ആസിഡിൽ അദ്ദേഹം പലപല പരീക്ഷണങ്ങൾ നടത്തി. ഒടുക്കം അദ്ദേഹം അസറ്റൈൽ സാലിസിലിക് ആസിഡിൽത്തന്നെ ചെന്നെത്തുകയായിരുന്നു. (ആസ്പിരിൻ അദ്ദേഹത്തെ തേടിവരികയായിരുന്നോ?) ഫോഫ്മാൻ അസറ്റൈൽ സാലിസിലിക് ആസിഡിനെ അത്യധികം ശുദ്ധീകരിക്കുന്നതിൽ വിജയിച്ചു. തന്റെ

പിതാവിൽത്തന്നെയാണ് അദ്ദേഹം ഇതിനെ ആദ്യം പരീക്ഷിച്ചത് എന്ന് പറയപ്പെടുന്നു. ഈ പരീക്ഷണവും വിജയമായിരുന്നു. മറ്റു പരീക്ഷണങ്ങളൊന്നും നടത്താതെ ഒരു രോഗിയിൽത്തന്നെ പ്രയോഗിക്കപ്പെട്ട ആദ്യത്തെ ഔഷധം; റജിസ്റ്റർ ചെയ്യുന്നതിനു മുൻപേ ഉപയോഗിച്ചു തുടങ്ങിയ ആദ്യത്തെ ആധുനിക ഔഷധം, പാർശ്വഫലങ്ങൾ തീരെക്കുറഞ്ഞ വേദനാസംഹാരി (analgesic), ചെറിയ അളവിൽത്തന്നെ ഫലം നൽകുന്ന ജ്വരഹാരി (antipyretic), ഇങ്ങനെ പുതിയ ഔഷധത്തിന് നിരവധി വിശേഷണങ്ങളായി. പുതിയ ഓമനപ്പേര് കിട്ടി- ആസ്പിരിൻ എന്ന വ്യാവസായിക നാമം. 'സ്പിരിൻ' (spirin) എന്ന സസ്യജാതി നാമത്തിനു മുൻപിൽ അസറ്റൈൽ ഗ്രൂപ്പിന്റെ (acetyl) 'a' ചേർത്താണ് ആസ്പിരിൻ എന്ന പേരുണ്ടാക്കിയിരിക്കുന്നത്. സ്പിരിൻ ജാതിയിൽപ്പെട്ട ചെടികളിൽ നിന്നാണ് സാലിസിലിക് ആസിഡ് വേർതിരിച്ചെടുത്തിരുന്നത്.

പിന്നീടങ്ങോട്ട് ആസ്പിരിന്റെ ജൈത്രയാത്രയാണ്. 1899-ലാണ് ആസ്പിരിന് പേറ്റന്റ് കിട്ടുന്നത്. പുറത്തിറക്കി ആദ്യത്തെ നൂറ് വർഷത്തിനുള്ളിൽ ഒരു ട്രില്ല്യൻ (10^{12}) ആസ്പിരിൻ ഗുളികകൾ വിൽപന നടത്തി എന്നാണ് ഒരു കണക്ക്. അത് നമ്മുടെ കണ്ണ് തള്ളിക്കും. ഒരുകാര്യം പറയാൻ വിട്ടുപോയി. ജലത്തിൽ ലയിക്കാത്ത സംയുക്തമായതിനാൽ ഖരരൂപത്തിൽ - ഗുളികരൂപത്തിൽ - വിതരണം ചെയ്യപ്പെട്ട ലോകത്തിലെ ആദ്യ ഔഷധമെന്ന ബഹുമതിക്കും ആസ്പിരിനാണ്.

ദീർഘകാലം ഉപയോഗിച്ചാൽ വയറെരിച്ചിലും കുടൽവ്രണങ്ങളും (ulcer) ഉണ്ടാക്കുമെങ്കിലും ഇന്നും ലോകത്തിലെ ഏറ്റവും ജനകീയമായ ഔഷധങ്ങളിലൊന്നാണ് ആസ്പിരിൻ. വേദനാസംഹാരിയായി മാത്രമല്ല ഇന്ന് ആസ്പിരിൻ ഉപയോഗിക്കുന്നത്.

ധമനികളിൽ രക്തം കട്ടപിടിക്കുന്നത് തടയാൻ ലോകമെമ്പാടും ഉപയോഗിക്കുന്ന ഏറ്റവും പ്രധാനപ്പെട്ട മരുന്നുകളിലൊന്ന് ആസ്പിരിനാണ്. 1950-ലാണ് ആസ്പിരിന്റെ ഈ കഴിവ് കണ്ടുപിടിക്കപ്പെട്ടത്. രക്തം കട്ടിയാവുന്നതിന്റെ വേഗത കുറയ്ക്കുന്നതിലൂടെ പ്രായമേറിയവരിലെ ഹൃദയാഘാതത്തിന്റെയും (Heart attack) മസ്തിഷ്കാഘാതത്തിന്റെയും (stroke) സാധ്യത കുറയ്ക്കുകയാണ് ആസ്പിരിൻ. ഏറ്റവും പുതുതായി അർബുദ ചികിത്സയ്ക്കും പ്രമേഹ ചികിത്സയ്ക്കും ആസ്പിരിൻ ഉപയോഗിക്കാമെന്ന് ഗവേഷകർ കണ്ടെത്തിയിരിക്കുന്നു. ഇതിലും വലുതാണ് രസതന്ത്രത്തിന് ആസ്പിരിൻ തുറന്നിട്ടുകൊടുത്ത തന്മാത്രാലോകം - വിവിധ ഔഷധഗുണങ്ങളുള്ള തന്മാത്രകളിലേക്ക് ശാസ്ത്രം പ്രവേശിച്ചത് ആസ്പിരിൻ എന്ന താക്കോൽപ്പഴുതിലൂടെയാണ്. ഒരു തന്മാത്രാനേതൃത്വം (Lead molecule) തന്നെയായിരുന്നു ആസ്പിരിൻ.

2

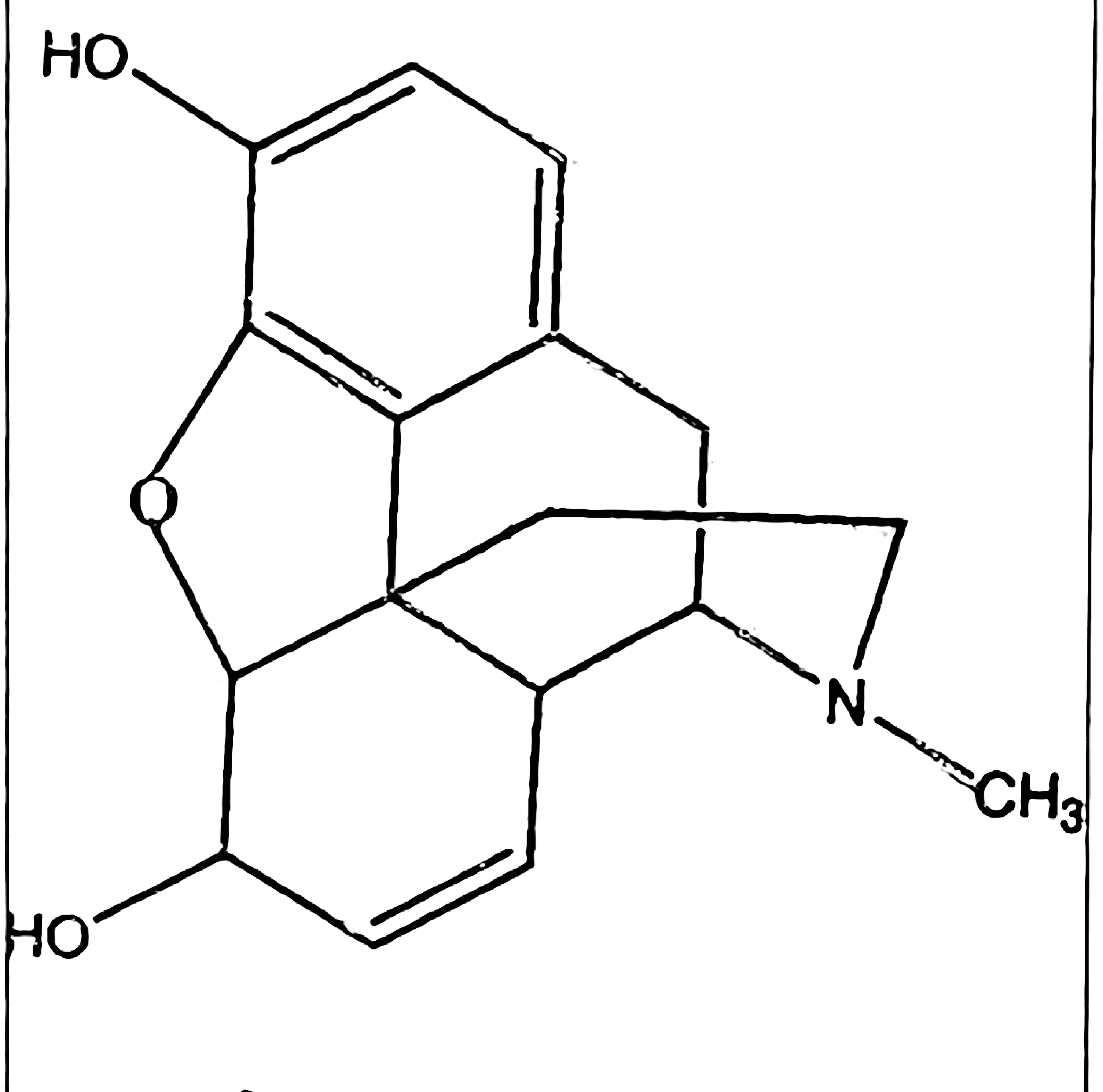
മോർഫീൻ –
കറുപ്പും വെളുപ്പും

ശാസ്ത്രത്തിന്റെ നീതിബോധത്തിന് വെല്ലുവിളിയുയർത്തുന്നതിൽ പല തന്മാത്രകൾക്കും പണ്ടുമുതലേ വലിയ താൽപര്യമുണ്ടായിരുന്നു. ഒരേസമയം നായകന്റെയും വില്ലന്റെയും വേഷങ്ങൾ കൈകാര്യം ചെയ്യുന്ന അത്തരം തന്മാത്രകളെ പൂർണമായും കീഴടക്കാൻ ശാസ്ത്രത്തിന് ഇന്നും സാധിച്ചിട്ടില്ല. ഈ സംഘർഷമാണ് പല പല പുതിയ കണ്ടെത്തലുകൾക്കും കുതിച്ചുചാട്ടങ്ങൾക്കും കാരണമായിട്ടുള്ളത്. ഇങ്ങനെ ശാസ്ത്രത്തെ പ്രകോപിപ്പിക്കുന്നതിൽ എക്കാലവും മുൻനിരയിൽ നിലകൊണ്ട തന്മാത്രകളിലൊന്നാണ് മോർഫീനും (Morphine) അതിന്റെ ഉറവിടമായ കറുപ്പ് ചെടിയും (Opium poppy).

കറുപ്പ് ചെടിയെപ്പറ്റി ഒരു കഥയുണ്ട്; ഒരു പഴയ കഥ. ഒരിക്കൽ ഗൗതമബുദ്ധൻ തന്റെ കൺപോളകൾ മുറിച്ചെടുത്ത് വഴിവക്കിലെവിടെയോ ഉപേക്ഷിച്ചുവത്രേ. തന്റെ ധ്യാനത്തെ ശല്യപ്പെടുത്തുന്ന ഉറക്കത്തെ നിശ്ശേഷം ഒഴിവാക്കാൻ വേണ്ടിയാണ് അദ്ദേഹം അങ്ങനെ

ചെയ്തത്. കൺപോളകൾ മണ്ണിൽക്കിടന്ന് ദ്രവിച്ച് ആ സ്ഥാനത്ത് പുതിയൊരു ഔഷധസസ്യം മുളച്ചുയർന്നു. അതിന്റെ പൂക്കളും കായ്കളും ദീർഘനിദ്രയും വിചിത്രസ്വപ്നങ്ങളും നൽകി മനുഷ്യശരീരത്തിന് മേൽ പടർന്നു കയറി. ഈ ഔഷധസസ്യത്തെയാണ് പിന്നീട് അഹിഫേനം, അവീൻ, കറുപ്പ് എന്നൊക്കെ വിളിച്ച് മനുഷ്യൻ ഓമനിച്ചത്. ഓമനിച്ചു വളർത്തിയവരെ പോപ്പിച്ചെടി തിരിച്ചും സ്നേഹിച്ച് സ്നേഹിച്ച് ചിലരെയൊക്കെ കൊന്നു എന്നു പറഞ്ഞാലും തെറ്റാവില്ല. അത്രയ്ക്ക് തീക്ഷ്ണതയുള്ളവയായിരുന്നു കറുപ്പ് ചെടിയിൽ ഉരുത്തിരിഞ്ഞിരുന്ന ആൽക്കലോയ്ഡുകൾ (Alkaloids).

റുപ്പ് ചെടിയിൽ നിന്ന് വേർതിരിക്കപ്പെട്ട ആൽക്കലോയ്ഡുകളെ (സസ്യജന്യ ആൽക്കലികൾ) ഒപ്പിയേറ്റ്സ് (opiates) എന്നാണ് വിളിക്കുന്നത്. ഒപ്പിയേറ്റുകളിൽ ഏറ്റവും പ്രധാനപ്പെട്ട സംയുക്തമാണ് മോർഫീൻ. ഓപ്പിയം ചെടിയിൽ ഏറ്റവും അധികം കാണപ്പെടുന്നത് (21 ശതമാനത്തോളം) മോർഫീനാണ്; കോഡീൻ (Codeine) ആണ് രണ്ടാം സ്ഥാനത്ത് (2.5 ശതമാനം). ഇതിന് പുറമെ പപ്പാവെറീൻ (papaverine), തെബെയിൻ (Thebaine) തുടങ്ങി പത്തോളം ആൽക്കലോയിഡുകൾ വേറെയുമുണ്ട്. ഇവയിൽ മോർഫീൻ തന്നെയാണ് കറുപ്പുചെടിയുടെ ഔഷധഗുണങ്ങളെ കാര്യമായും നിർണയിക്കുന്നത്. ഒരേ സമയം ശക്തമായ വേദനാസംഹാരിയായും അടിമപ്പെടുത്തുന്ന ലഹരിപദാർഥമായും പ്രവർത്തിക്കുന്നത് മോർഫീൻ ആണ്. കോഡീന് കടുത്ത ചുമ ശമിപ്പിക്കാനുള്ള കഴിവുണ്ട്. പേശികളുടെ വലിഞ്ഞു മുറുകലിനെ നിയന്ത്രിക്കാനുള്ള കഴിവാണ് പപ്പാവെറീന്റെ പ്രത്യേകത. ഇവിടെയും മോർഫീൻ മുന്നിൽ നിൽക്കുന്നതായി കാണാം - അത് ഉപയോഗിക്കുന്ന ആളിന്റെ വേദനകൾ ശമിപ്പിക്കുന്നുവെന്ന് മാത്രമല്ല അയാളുടെ മാനസികാവസ്ഥയിലും (Mood) തുടക്കത്തിൽ ഗുണപരമായ മാറ്റങ്ങൾ വരുത്തുന്നു. പിന്നീട് അയാൾക്ക് സുഖനിദ്ര കൊടുക്കുന്നു; വിചിത്രമായ സ്വപ്നങ്ങൾ കാണിച്ചുകൊടുക്കുന്നു. പതുക്കെ പതുക്കെ അയാളെ അടിമപ്പെടുത്തുന്നു. മോർഫീന്റെ നിരന്തരമായ ഉപയോഗം പല ശാരീരിക വിഷമതകൾക്കും കാരണമാകുന്നു. തൊണ്ട വരളുക, കടുത്ത മലബന്ധമുണ്ടാകുക, കണ്ണ് തുറിച്ചു വരിക എന്നിവ ചില സാധാരണ പ്രശ്നങ്ങൾ മാത്രമാണ്. ഇതിനുമപ്പുറം മോർഫീൻ ഹൃദയമിടിപ്പ് വർധിപ്പിക്കുന്നു. രക്തം പമ്പ് ചെയ്യുന്നതിന്റെ നിരക്ക് ക്രമാതീതമായി വർധിച്ച് ഹൃദയസ്തംഭനത്തിനും മരണത്തിനും വരെ ഇത് വഴിവച്ചേക്കാം. ഇങ്ങനെയൊക്കെയാണെങ്കിലും ശക്തി കൂടിയ വേദനസംഹാരി ആവശ്യമായ ഘട്ടങ്ങളിൽ മോർഫീനെത്തന്നെയാണ് ഇന്നും ലോകം ആശ്രയിക്കുന്നത്. ശസ്ത്രക്രിയാനന്തര വേദനയ്ക്കും മൂത്രത്തിൽ കല്ല് (Kidney stone) സംബന്ധിച്ച വേദനയ്ക്കും പ്രതിവിധിയായി മോർഫീൻ വ്യാപകമായി ഉപയോഗിക്കപ്പെടുന്നു. അർബുദം



Morphine

കൊണ്ടുള്ള വേദനകൾക്കും കടുത്ത നടുവേദനയ്ക്കും അനിയന്ത്രിതമായ അതിസാരത്തിനും മോർഫീൻ നിർദ്ദേശിക്കപ്പെടുന്നു. ശസ്ത്രക്രിയക്ക് വിധേയരാകുന്ന വരെ ബോധം കെടുത്താനും മോർഫീൻ കുത്തിവയ്ക്കാറുണ്ട്. പാലിയേറ്റീവ് ചികിത്സയിൽ (അർബുദ രോഗികൾക്കും മറ്റുമുള്ള സാന്ത്വനചികിത്സ) മോർഫീനാണ് കൂടുതലായും ഉപയോഗിച്ചു വരുന്നത്.

ഏറെ വ്യാവസായിക പ്രാധാന്യമുള്ള മോർഫീന്റെ മാതൃസസ്യമായ കറുപ്പ് ചെടിക്ക് *(പപ്പാവെർ സോമ്നിഫെറം - Papaver somniferum)* വലിയ ചരിത്രപ്രാധാന്യമുണ്ട്. B.C. 4000-ത്തിലെ സുമേറിയക്കാരുടെ ശിലാലിഖിതങ്ങളിൽ ഈ സസ്യത്തിന്റെ ചിത്രങ്ങൾ കണ്ടെത്തിയിട്ടുണ്ട്. 3500 വർഷം പഴക്കമുള്ള ഈജിപ്ഷ്യൻ വൈദ്യശാസ്ത്രഗ്രന്ഥത്തിൽ (എബിറസ് പാപ്പിറസ്) കുട്ടികളുടെ വയറിളക്കം ശമിപ്പിക്കുവാൻ ഫലവത്തായ ഔഷധം എന്നാണ് കറുപ്പിനെ പരാമർശിച്ചിരിക്കുന്നത്. നിർത്താതെ കരയുന്ന കുട്ടികളെ 'ചികിത്സിക്കാനും' കറുപ്പ് ഉപയോഗിക്കാമെന്ന് ഈ ഗ്രന്ഥം നിർദ്ദേശിക്കുന്നു. (ഫ്രാങ്ക് ബോം എഴുതിയ 'ഓസിലെ മായാവി' എന്ന നോവലിൽ ഡോറത്തി എന്ന കുട്ടിയും കൂട്ടുകാരനായ സിംഹവും കൂടി കറുപ്പ് ചെടികൾ കൃഷിചെയ്യുന്ന വയലിലൂടെ നടന്നു പോകുന്ന ഒരു ഭാഗമുണ്ട്. തീക്ഷ്ണ ഗന്ധത്തിൽ പെട്ട് ഡോറത്തിയും സിംഹവും അവിടെക്കിടന്ന് ഉറങ്ങിപ്പോകുന്നു.) ഒന്നാംനൂറ്റാണ്ടിലെ സസ്യശാസ്ത്രജ്ഞനും വൈദ്യനുമായിരുന്ന ഡയോസ്കോർഡിസ് (Dioscorides) ആണ് ചെടിയിൽ നിന്ന് ഔഷധം എടുക്കേണ്ട വിധം വ്യക്തമായി വിവരിക്കുന്നത്. വാസ്തവത്തിൽ ഈ ചെടിയുടെ മൂപ്പെത്താത്ത കായിൽ നിന്ന് ചെത്തിയെടുക്കുന്ന കറയാണ് കറുപ്പ്. കായ് മൂക്കുന്തോറും കറയുടെ തീക്ഷ്ണത കുറയുന്നു. ഈ കറയിലാണ് മോർഫീൻ തുടങ്ങിയ ആൽക്കലോയിഡുകൾ അടങ്ങിയിരിക്കുന്നത്. നൂറ്റാണ്ടുകൾ പിന്നിടുന്നതിലൂടെ കറുപ്പിന്റെ ഉപയോഗം ഇന്ത്യയിലും ചീനയിലും യൂറോപ്പിലും എല്ലാം വ്യാപിക്കുകയായിരുന്നു. പ്രധാനമായും വേദനാസംഹാരിയായും അതിസാരശമനൗഷധമായും ആണ് ഉപയോഗിച്ചിരുന്നത്. പക്ഷെ പ്രാചീന ആയുർവേദഗ്രന്ഥങ്ങളായ അഷ്ടാംഗഹൃദയത്തിലും

ചരകസംഹിതയിലും മറ്റും കറുപ്പിനെക്കുറിച്ച് പരാമർശമില്ല. പിന്നീട് അറബികളാണ് ചൈനയിലും ഇന്ത്യയിലും ഈ സസ്യം കൊണ്ടെത്തിക്കുന്നത്. 13-ാം നൂറ്റാണ്ടിന് ശേഷം എഴുതപ്പെട്ടതെന്ന് പറയപ്പെടുന്ന 'ശാർങ്ഗധര സംഹിത'യിലും 'യോഗരത്നാകര'ത്തിലും ആണ് കുറുപ്പ് ചേർന്ന ഔഷധങ്ങളെക്കുറിച്ചുള്ള പരാമർശങ്ങൾ കാണപ്പെടുന്നത്. അഗസ്ത്യസൂതരാജരസം, കർപ്പൂരാസവം തുടങ്ങിയ ഔഷധങ്ങളിൽ കറുപ്പ് ചേരുവയാണ്. അതിസാരത്തിനും രക്താതിസാരത്തിനും നിർദ്ദേശിക്കപ്പെടുന്ന ഔഷധങ്ങളാണ് ഇവ. ഫലപ്രദമായ വാജീകരണ ഔഷധമായും ആയുർവേദം കറുപ്പിനെ നിർദ്ദേശിച്ചിരുന്നു. എങ്കിലും സപ്തോപവിഷങ്ങളിൽ ഒന്നായിട്ടാണ് ആയുർവേദം കറുപ്പിനെ വർഗീകരിക്കുന്നത്. മാത്രമല്ല സങ്കീർണമായ ദഹനപ്രക്രിയകളിലൊന്നും പങ്കെടുക്കാതെ പെട്ടെന്ന് ശരീരത്തിലേക്ക് ആഗിരണം ചെയ്യപ്പെട്ട് പ്രവർത്തനം ആരംഭിക്കുന്ന ഔഷധങ്ങളാണ് കറുപ്പിലുള്ളതെന്ന് ആയുർവേദം മനസ്സിലാക്കിയിരുന്നു. യൂറോപ്പിലും മറ്റും കറുപ്പിന്റെ ഉപയോഗം വ്യാപകമാക്കി, 'ലാഡ്നം' (Landnum) എന്ന പേരിൽ ജനകീയമാക്കിയത് 'കിറുക്കൻ ആൽക്കെമിസ്റ്റ്' ആയിരുന്ന പാരാസെൽസസ് (Paracelsus) ആയിരുന്നു. വളരെക്കുറച്ച് മാത്രം ഉപയോഗിക്കുക എന്നൊരു ഉപദേശവും കിറുക്കൻ നൽകിയിരുന്നു. അതൊക്കെ ആര് കേൾക്കാൻ.' അപ്പോഴേക്കും കറുപ്പിന്റെ ദുരുപയോഗം ആരംഭിച്ചുകഴിഞ്ഞിരുന്നു. ഔഷധമെന്നതിലപ്പുറം വില കുറഞ്ഞ ഒരു ലഹരിപദാർഥമായി കറുപ്പിനെ ജനങ്ങൾ ആഘോഷിച്ചു. കലാകാരന്മാരും മറ്റ് ഉന്നതവ്യക്തികളും വരെ ഇതിൽ പങ്കാളികളായി. ഇതൊരു സാമൂഹികപ്രശ്നമായി മാറിത്തുടങ്ങി. പല രാജ്യങ്ങളും ആസക്തിയുണ്ടാക്കുന്ന കറുപ്പിനെ നിരോധിച്ചു. കറുപ്പിന്റെ ഇറക്കുമതിയിൽ കള്ളത്തരം കാണിച്ച ഈസ്റ്റ് ഇന്ത്യാ കമ്പനിയോട് ചൈന യുദ്ധം ചെയ്തു: ഇതാണ് പ്രസിദ്ധമായ കറുപ്പ് യുദ്ധം (Opium war; 1839-42, 1856-60). യുദ്ധത്തിൽ ചൈന തോറ്റു. ഉടമ്പടികൾ ബ്രിട്ടന് അനുകൂലമായി. കറുപ്പിന്റെ ഇറക്കുമതിയിൽ നിയന്ത്രണങ്ങളില്ലാതായി. ഈ ഉടമ്പടിയുടെ ഭാഗമായാണ് ഹോങ്കോങ്ങ് എന്ന ചൈനീസ് പ്രവിശ്യയെ 1997 വരെ ബ്രിട്ടീഷ് സാമ്രാജ്യത്തിന്റെ കൂടാരത്തിലടച്ചത്. കറുപ്പിന്റെ വ്യാവസായികസാധ്യത, സാമ്പത്തികസാധ്യത അത്രയ്ക്ക് വലുതായിരുന്നു.

ഒരേ സമയം ഔഷധമായും വിഷമായും പ്രവർത്തിക്കുന്ന ഒപ്പിയേറ്റ്സുകളെ സശ്രദ്ധം പഠിച്ചെടുക്കുകയായിരുന്നു ഇക്കാലമത്രയും ശാസ്ത്രത്തിന്റെ സൂക്ഷ്മശാലകൾ. 1804-ൽ ജർമൻ ശാസ്ത്രജ്ഞനായ ഫ്രെഡറിക് സെർടർണർ ആദ്യമായി കറുപ്പിൽ നിന്ന് മോർഫീനെ വേർതിരിച്ചെടുത്തു. ഏതാണ്ട് ഇതേ കാലത്ത് തന്നെ ആർമാന്റ് സെക്വിൻ എന്ന മറ്റൊരു ശാസ്ത്രജ്ഞനും ഈ നേട്ടം കൈവരിച്ചു. ശുദ്ധീകരിച്ചെടുത്ത വെളുത്ത ക്രിസ്റ്റലുകൾക്ക് അവർ

മോർഫിയം എന്നാണ് ആദ്യം പേരിട്ടത്. ഗ്രീക്ക് പുരാണത്തിൽ സ്വപ്നങ്ങളുടെ ദേവതയായ മോർഫ്യൂസി (Morpheus)നോടാണ് ഈ പേരിന് കടപ്പാട്. (മോർഫ്യൂസിന്റെ പിതാവാണ് ഹിപ്നോ - ഉറക്കത്തിന്റെ ദേവത. ഹിപ്നോട്ടിസം എന്ന വാക്കുണ്ടായത് അങ്ങനെയാണ്). പിന്നീട് മോർഫീൻ എന്ന് പുനർനാമകരണം ചെയ്തു. മറ്റ് ആൽക്കലോയ്ഡുകളുടെ പേരിനോട് സാമ്യപ്പെടുത്താനാണ് ഇങ്ങനെ ചെയ്തത്. (ഉദാഹരണത്തിന് നിക്കോട്ടിൻ, പുകയിലയിലെ ആൽക്കലോയ്ഡ്.)

1832-ലാണ് മറ്റൊരു ഒപ്പിയോയ്ഡ് ആയ കോഡീൻ വേർതിരിക്കപ്പെടുന്നത്. മോർഫീനിന്റെ പത്തിലൊന്ന് മാത്രം ശക്തിയുള്ള കോഡീനും വേദനാസംഹാരിയായി ഉപയോഗിക്കപ്പെടുന്നുണ്ട്. ദഹനപ്രക്രിയയിൽപ്പെട്ട് കോഡീൻ തന്മാത്രകൾ ഭാഗികമായി മോർഫീൻ തന്മാത്രകളായി രാസമാറ്റം വന്നാണ് പ്രവർത്തിക്കുന്നതെന്ന് പിന്നീട് കണ്ടുപിടിക്കപ്പെട്ടു.

മോർഫീനെ സംബന്ധിച്ചിടത്തോളം 1853 ഒരു പ്രധാന വർഷമാണ്. അന്നാണ് ഇൻജക്ഷൻ ചെയ്യാനുള്ള സിറിഞ്ച് രൂപപ്പെടുന്നത്. അതോടെ മോർഫീന്റെ ഉപയോഗം ക്രമാതീതമായി വർധിച്ചു; ദുരുപയോഗവും.

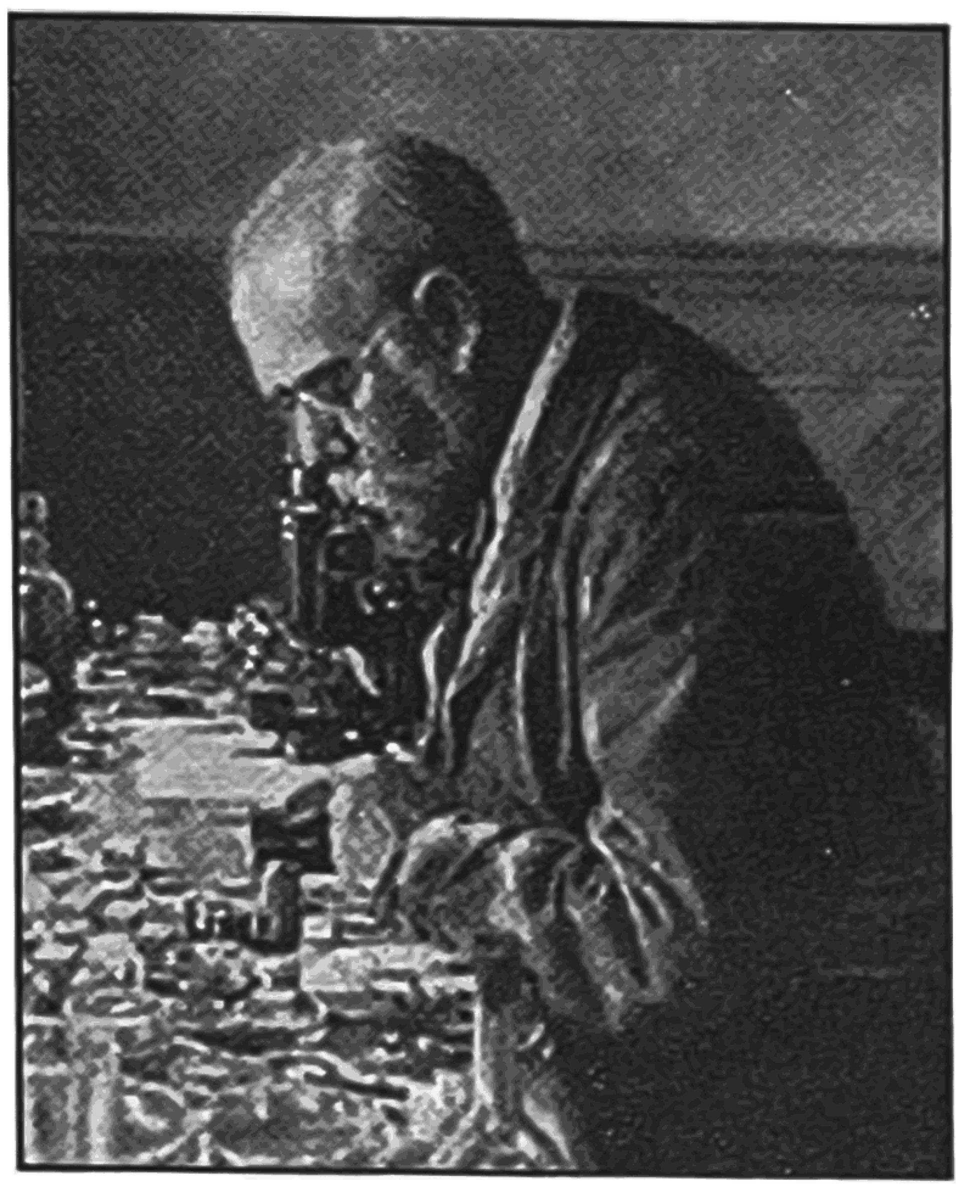
മോർഫീൻ സൃഷ്ടിച്ച വിഭ്രമം കൊണ്ടാണോ എന്നറിയില്ല 1804-ൽ വേർതിരിച്ചെടുക്കപ്പെട്ട ഈ തന്മാത്രയുടെ ഘടന കണ്ടെത്തുന്നത് 1925-ൽ മാത്രമാണ്. 1952-ലാണ് ഈ ഘടന ശരിവയ്ക്കപ്പെടുന്നത്. റോച്ചസ്റ്റർ യൂണിവേഴ്സിറ്റിയിലെ ഡോ. മാർഷൽ ഗേറ്റ്സ് പെട്രോളിയം ഉപോൽപന്ന തന്മാത്രകളിൽ നിന്ന് മോർഫീനെ പൂർണമായും കൃത്രിമമായി (total synthesis) നിർമിച്ചെടുത്തതിലൂടെയാണ് ഈ ശരിവയ്ക്കൽ സാധ്യമായത്. ഒരു നൂറ്റാണ്ടോളം പരീക്ഷണശാലകളെ വെല്ലുവിളിച്ച്, നിരവധി ശാസ്ത്രജ്ഞരെ പ്രതീക്ഷയുടെയും നിരാശയുടെയും ചുഴികളിൽപെടുത്തിയ വിചിത്ര തന്മാത്ര അങ്ങനെ തൽക്കാലത്തേക്കെങ്കിലും കീഴടങ്ങുകയായിരുന്നു. ഈ ചുഴികളിൽ നടന്ന രാസപരീക്ഷണങ്ങൾ നിരവധി പുതിയ പുതിയ തന്മാത്രകളുടെ കണ്ടുപിടുത്തത്തിൽ കലാശിച്ചു. ഇവയിൽ 200-ലധികം തന്മാത്രകൾ പിന്നീട് ഔഷധങ്ങളായി ഉപയോഗിക്കപ്പെടുന്നു. ഹെറോയിൻ (Heroin - Deacetyl morphine) എന്ന ഔഷധാനുഭാവി (Prodrug) അത്തരത്തിൽ രൂപപ്പെട്ട ഒരു തന്മാത്രയാണ്. നേരിട്ട് ഔഷധഗുണങ്ങൾ കാണിക്കാതെ ശരീരത്തിനകത്തു വച്ച് ഔഷധമായി രാസമാറ്റം സംഭവിക്കുന്നവയാണ് ഔഷധാനുഭാവികൾ. ഹെറോയിൻ മനുഷ്യശരീരത്തിൽ പെട്ടെന്ന് ആഗിരണം ചെയ്യപ്പെടുകയും മോർഫീൻ തന്മാത്രകളായി മാറുകയും ചെയ്യുന്നു. ആദ്യകാലത്ത് ക്ഷയരോഗത്തിന്റെ ചികിത്സയ്ക്ക് വരെ ഉപയോഗിച്ചിരുന്ന ഹെറോയിനെ പിന്നീട് ഏതാണ്ടെല്ലാ രാഷ്ട്രങ്ങളും നിരോധിക്കുകയായിരുന്നു. അത്രയ്ക്ക് വലുതായിരുന്നു ഹെറോയിന്റെ ദുരുപയോഗം.

3

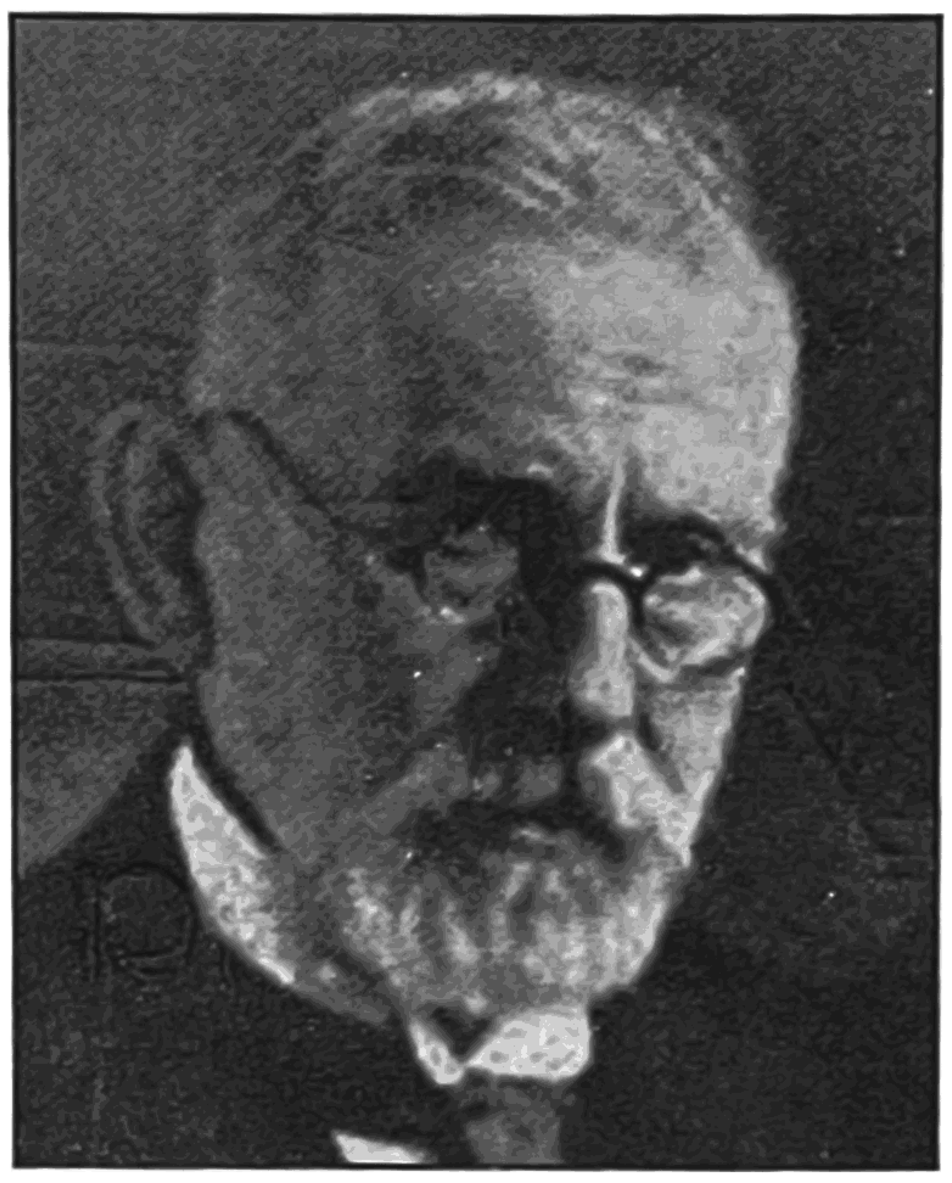
പ്രോൺടോസിൽ – ആന്റിബയോട്ടിക്കുകളുടെ പിറവി

പാലും വെള്ളവും ചേർത്ത് കൊടുത്താൽ പാൽ മാത്രം തിരഞ്ഞുപിടിച്ച് കുടിക്കുന്ന അരയന്നപ്പക്ഷി ആദിമകാലത്തേ മനുഷ്യന്റെ സ്വപ്നങ്ങളിൽ കൂടുകെട്ടി പാർത്തിരുന്നു. രാസചികിത്സയ്ക്ക് (chemotherapy) പ്രാമുഖ്യം കിട്ടിത്തുടങ്ങിയ ആധുനിക കാലത്ത് ഈ സ്വപ്നത്തിന് മറ്റൊരു ചിറകായിരുന്നു. ജീവകോശങ്ങളെ ശല്യപ്പെടുത്താതെ രോഗാണുക്കളെ മാത്രം തിരഞ്ഞുപിടിച്ച് നശിപ്പിക്കുക എന്ന ദൗത്യം. ഇത്തരം സ്വപ്നങ്ങളിൽ നിന്നാണ് ആന്റിബയോട്ടിക് ഔഷധങ്ങൾ രൂപപ്പെട്ടു വന്നത്.

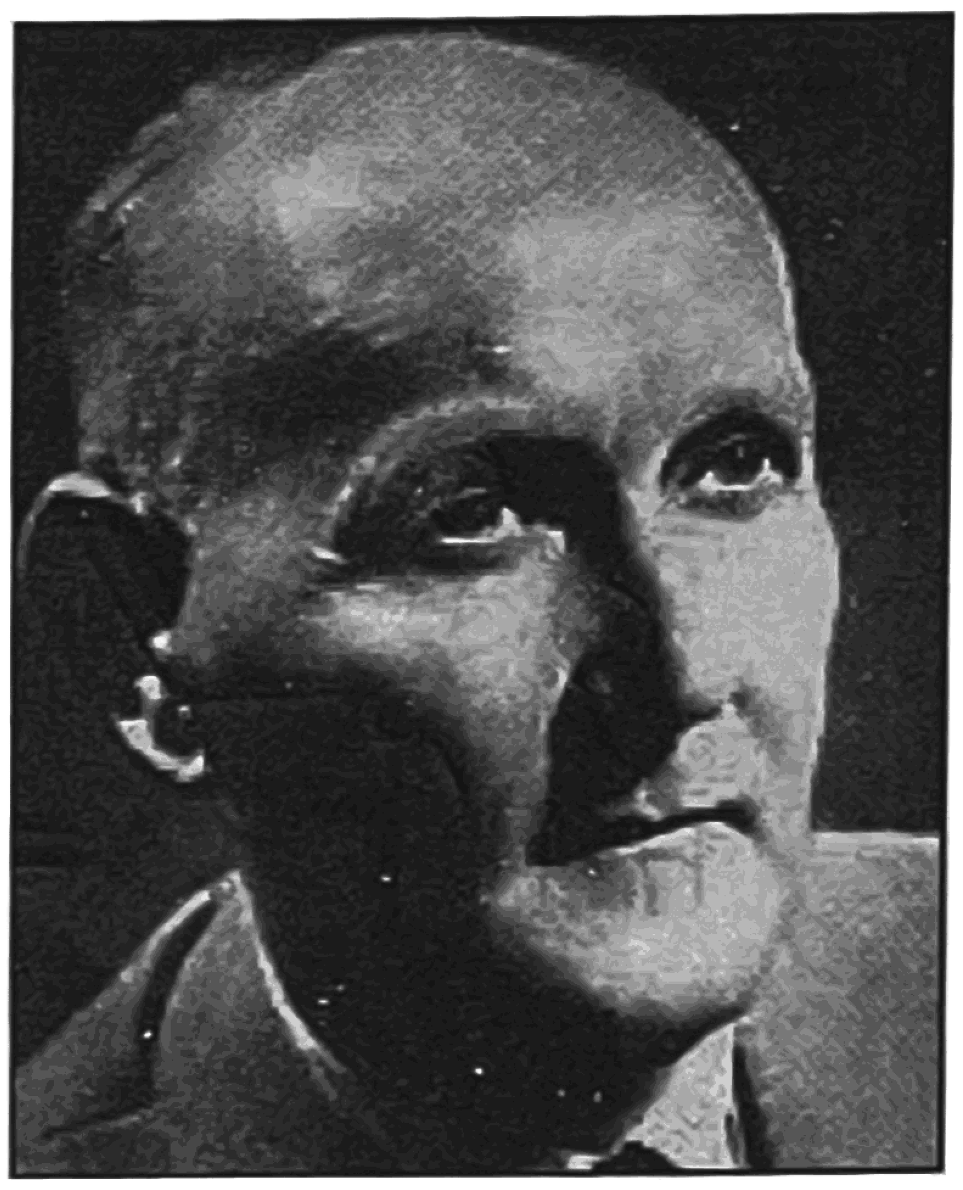
പ്രകൃതിപ്രതിഭാസങ്ങൾ കഴിഞ്ഞാൽ മനുഷ്യൻ ഏറ്റവും അധികം ചിന്താകുലനായിട്ടുള്ളത് രോഗങ്ങളെക്കുറിച്ചും രോഗകാരണങ്ങളെക്കുറിച്ചുമായിരിക്കും. സ്വാഭാവികമായും സംശയത്തിന്റെ കണ്ണുകൾ ആദ്യം നീണ്ടത് പ്രകൃതി അതീതശക്തികളിലേക്കും മൺമറഞ്ഞുപോയ പിതൃക്കളിലേക്കുമായിരിക്കും. പ്രാർഥനകളിലൂടെയും പച്ചിലമരുന്നുകളിലൂടെയും ഒരു പരിധിവരെ രോഗശമനവും സാധിച്ചിരിക്കും. എങ്കിലും മനുഷ്യൻ ഭാഗികമായി ഇരുട്ടിൽത്തന്നെയായിരുന്നു. രോഗാതുരമൃത്യുവിന്റെ നിരക്ക് വളരെ വളരെ കൂടുതലുമായിരുന്നു. പൂർവക്രിസ്ത്വബ്ദത്തിന്റെ (ബി.സി.) അവസാനമാവുമ്പോഴേക്കും വൈദ്യശാസ്ത്രത്തിന്റെ ചിന്താപദ്ധതികളിൽ വലിയ മാറ്റങ്ങളുണ്ടായിത്തുടങ്ങി. രോഗകാരണങ്ങൾ അന്വേഷിച്ച് ചെല്ലേണ്ടത് മണ്ണിലും മനുഷ്യനിലും തന്നെയാണെന്ന് മനസ്സിലായിത്തുടങ്ങി. ആയുർവേദത്തിന്റെ ത്രിദോഷ സിദ്ധാന്തവും ഗ്രീക്ക് വൈദ്യശാസ്ത്രത്തിലെ ചതുർദോഷ സിദ്ധാന്തവും രൂപപ്പെടുന്നതങ്ങനെയാണ്. ഭക്ഷണത്തിലൂടെ ആഗിരണം ചെയ്യപ്പെ



റോബർട്ട് കോച്ച്

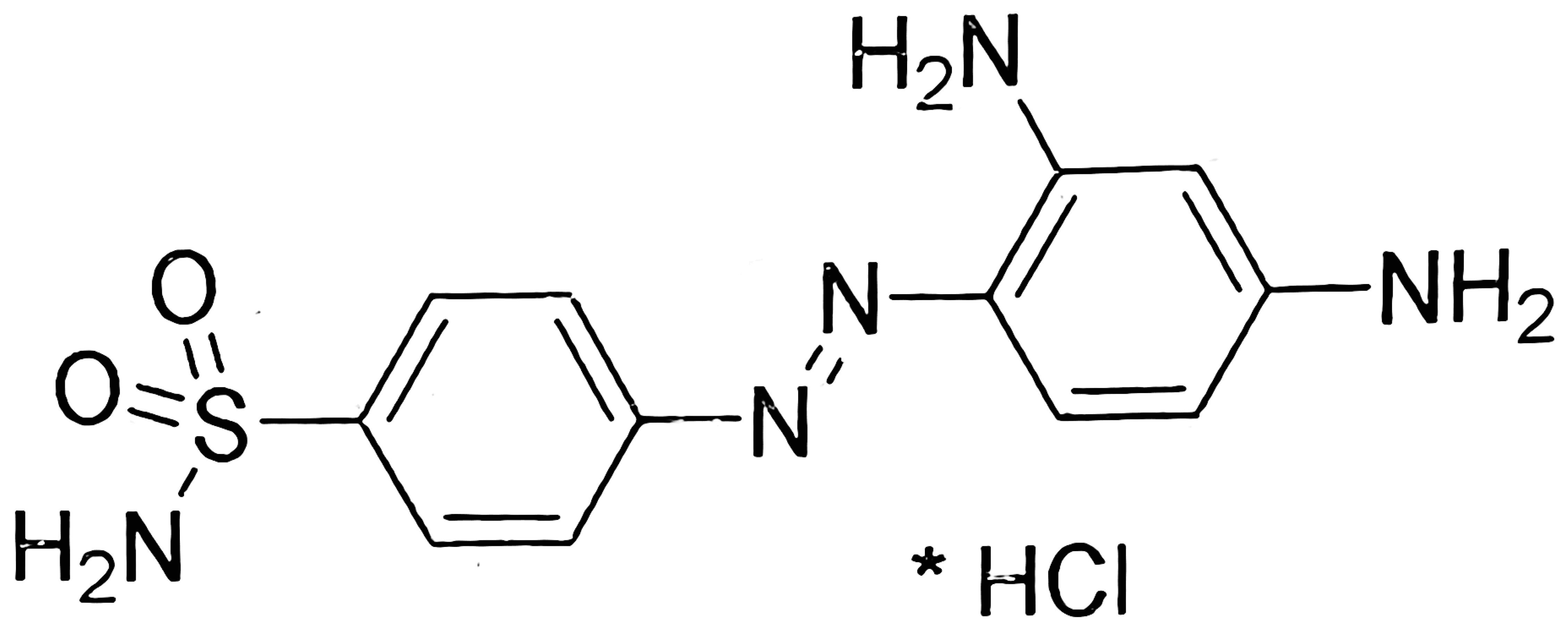


പോൾ ഏർലിച്ച്



ജെറാർഡ് ഡോമക്

ടുന്ന വിഷവസ്തുക്കളും മാലിന്യങ്ങളുമാണ് രോഗങ്ങളുണ്ടാക്കുന്നതെന്നായിരുന്നു ഈജിപ്ഷ്യൻ വൈദ്യത്തിന്റെ സിദ്ധാന്തം. ഇതിനിടയിൽ ഫലപ്രദമായ നിരവധി സസ്യജന്യ ഔഷധങ്ങൾ രൂപപ്പെടുത്തുന്നതിൽ ആയുർവേദവും യൂനാനിയും ചൈനീസ് വൈദ്യശാസ്ത്രവും വിജയം വരിച്ചിരുന്നു. ചൈനക്കാരും ഈജിപ്തുകാരും വസൂരി പോലുള്ള ചില പകർച്ചവ്യാധികൾക്കെതിരെ സ്വീകരിക്കാവുന്ന പ്രതിരോധ രീതികൾ പോലും ആവിഷ്കരിച്ചിരുന്നു. ആധുനിക വൈദ്യശാസ്ത്രത്തിന്റെ പിതാവ് ഹിപ്പോക്രാറ്റസ് (ഗ്രീസ്, 460 -370 BC) ആണ് പകർച്ചവ്യാധികളെപ്പറ്റി ആഴത്തിൽ പഠിക്കുന്ന ആദ്യത്തെ വൈദ്യശാസ്ത്രകാരൻ. രോഗങ്ങളെ പകരുന്നത്, പകരാത്തത് എന്നിങ്ങനെ ഹിപ്പോക്രാറ്റസ് തരം തിരിച്ചു. ഇത് വൈദ്യശാസ്ത്രത്തിന് പുതിയൊരു ദിശ നൽകി. ഹിപ്പോക്രാറ്റസിന്റെ പഠനങ്ങൾ ഗാലനിലൂടെ (റോം, 130-205 AD) ഇബ്നുസിനയിലൂടെ (അറേബ്യ 980-1037 AD), പാരാസെൽസസിലൂടെ (1493-1541), ഫ്രകാസ്റ്റോറിയസിലൂടെ (1483-1553) ലൂയിപാസ്റ്ററിലെത്തുമ്പോഴേക്കും (1822-1895) അത് 'രോഗാണുസിദ്ധാന്ത'മായി മാറിക്കഴിഞ്ഞിരുന്നു. വായുവിലെ ബാക്റ്റീരിയങ്ങളുടെ സാന്നിധ്യം വിശദീകരിച്ചു തന്ന പാസ്റ്റർ, രോഗങ്ങൾ പകർത്തുന്നത് അത്തരം സൂക്ഷ്മജീവികളാണെന്ന് സമർഥിച്ചു. 1873-ലാണ് പാസ്റ്റർ സിദ്ധാന്തം മുന്നോട്ടുവച്ചതെങ്കിലും 1877-ൽ റോബർട്ട് കോച്ച് (Robert koch) ആന്ത്രാക്സ് രോഗം ഉണ്ടാക്കുന്നത് ബാക്റ്റീരിയങ്ങളാണെന്ന് കണ്ടെത്തുന്നതോടെയാണ് രോഗാണുസിദ്ധാന്തത്തിന് കാര്യമായ പിന്തുണ കിട്ടുന്നത്. പിന്നീടങ്ങോട്ട് ബാക്റ്റീരിയാ വിജ്ഞാനത്തിന്റെ (Bacteriology) സുവർണകാലമായിരുന്നു. ഒന്നിനുപിറകെ ഒന്നായി രോഗാണുക്കളെ കണ്ടുപിടിക്കുന്നതിൽ ശാസ്ത്രജ്ഞർ വിജയിച്ചു. 1847-ൽ ഗൊണേറിയയ്ക്ക് കാരണമാകുന്ന *ഗോണോ കോക്കസിനെ*, 1880-ൽ *ടൈഫോയ്ഡ് ബാസിലസിനെയും* (ടൈഫോയ്ഡ് ഉണ്ടാക്കുന്നത്) *ന്യൂമോ കോക്കസിനെയും* (ന്യൂമോണിയ ഉണ്ടാക്കുന്നത്), 1882-ൽ *ട്യൂബർക്കിൾ ബാസി*



പ്രോൺടോസിൽ ഘടന

*ലസി*നെ (ക്ഷയം), 1883-ൽ *കോളറാ വിബ്രിയോ*വിനെ (കോളറ), 1884-ൽ *ഡിഫ്തീരിയ ബാസിലസി*നെ (ഡിഫ്തീരിയ) - അങ്ങനെ പകർച്ചവ്യാധി വിജ്ഞാനവും (Epidemology) രോഗാണുസിദ്ധാന്തവും ബലപ്പെട്ടു. ഇതിനെല്ലാം മറ്റൊരാളോടു കൂടി ശാസ്ത്രം കടപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു - 1670-ൽ മൈക്രോസ്കോപ്പ് കണ്ടുപിടിച്ച ല്യൂവൻ ഹോക്കിനോട്.

രോഗകാരകരായ സൂക്ഷ്മജീവികളെ കണ്ടെത്തിയതോടെ അവയെ എങ്ങനെ നേരിടാമെന്നായി ശാസ്ത്രാന്വേഷണം. ഈ നേരിടൽ 'എലിയെക്കൊല്ലാൻ ഇല്ലം ചുടുന്ന പോലെ'യും രാജാവിന്റെ തലയിലിരിക്കുന്ന കൊതുകിനെ ഓടിക്കാൻ കുരങ്ങൻ വാളെടുത്ത് വെട്ടിയ പോലെയും ആകാനും പാടില്ല. ജീവകോശങ്ങൾക്ക് ഏറ്റവും കുറഞ്ഞ ദോഷം മാത്രം വരുത്തി രോഗാണുക്കളെ നശിപ്പിക്കാൻ കഴിവുള്ള പദാർഥങ്ങളെ അന്വേഷിച്ച് ശാസ്ത്രജ്ഞർ സസ്യജന്യസംയുക്തങ്ങളിലും ധാതുലവണങ്ങളിലും പെട്രോളിയം ഉൽപന്നങ്ങളിൽ നിന്നും മറ്റും നിർമിച്ചെടുക്കപ്പെട്ട കൃത്രിമ സംയുക്തങ്ങളിലും ആണ്ടുമുങ്ങി. ആന്റിബാക്റ്റീരിയലുകളും, ആന്റിവൈറലുകളും (വൈറസുകളെ നശിപ്പിക്കുന്നവ) ആന്റിഫംഗലുകളും (ഫംഗസുകളെ നശിപ്പിക്കുന്നവ) മുങ്ങിനിവർന്നവരുടെ വിരലുകളിൽ കുരുങ്ങിയിരുന്നു. രാപ്പകലുകളറിയാത്ത ഒരു മുത്തുവാരൽ പ്രക്രിയ തന്നെയായിരുന്നു അത്.

ഇരുപതാം നൂറ്റാണ്ടിന്റെ തുടക്കത്തിൽ തന്നെ പുറമെ പുരട്ടാവുന്ന അണുനാശിനികൾ വ്യാപകമായിക്കഴിഞ്ഞിരുന്നു. 1910-ലാണ് എമ്മെറിച്ച് (Emmerich) എന്ന ശാസ്ത്രജ്ഞൻ സാൽവർസാൻ (Salvarsan) എന്ന ഔഷധതന്മാത്ര രൂപപ്പെടുത്തുന്നത്. ആഴ്സനിക് ആറ്റങ്ങൾ അടങ്ങിയിട്ടുള്ള ഒരു ഓർഗാനിക് സംയുക്തമാണ് സാൽവർസാൻ. പക്ഷെ പൂർണമായും അജൈവ വസ്തുക്കളിൽ നിന്ന് നിർമിക്കപ്പെട്ട ആദ്യത്തെ അണുനാശക ഔഷധമായിട്ടാണ് സാൽവർസാൻ അറിയപ്പെടുന്നത്. ഏറെ പാർശ്വഫലങ്ങൾ കാണിച്ചിരുന്നുവെങ്കിലും 1945-ൽ പെനിസിലിൻ പോലുള്ള ഔഷധങ്ങളുടെ ഉപയോഗം

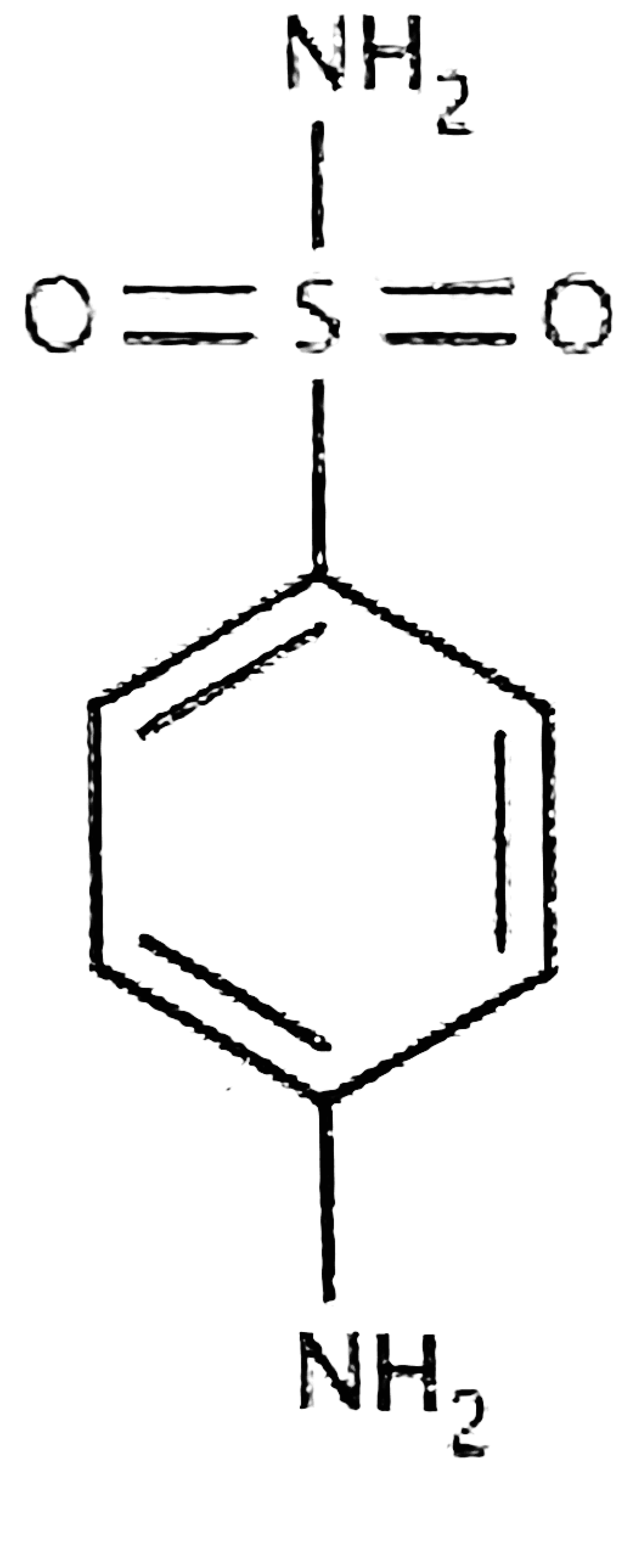
വ്യാപകമാകുന്നതുവരെ സിഫിലിസ് പോലുള്ള രോഗങ്ങൾക്ക് പ്രതിവിധിയായി സാൽവർസാൻ വ്യാപകമായി ഉപയോഗിക്കപ്പെട്ടിരുന്നു.

1930-കളിലാണ് ആന്റിബയോട്ടിക് രംഗത്ത് വൻ കുതിച്ചുചാട്ടമുണ്ടാകുന്നത്. ഇക്കാലത്താണ് ആധുനികരാസചികിത്സയുടെ പിതാവ് എന്നറിയപ്പെടുന്ന പോൾ ഏർലിച്ച് (Paul Ehrlich) 'അസോ'ചായങ്ങൾക്ക് അണുനാശകശക്തിയുണ്ടെന്ന് കണ്ടെത്തുന്നത്. രണ്ട് നൈട്രജൻ ആറ്റങ്ങൾ തമ്മിൽ ദ്വിബന്ധനത്തിലേർപ്പെട്ടുകിടക്കുന്ന (N=N) ഓർഗാനിക് വർണവസ്തുക്കളാണ് അസോ ചായങ്ങൾ (azo dyes). ഏർലിച്ചിന്റെ കണ്ടെത്തൽ അസോ ചായങ്ങൾ വെള്ള എലികളിൽ അണുനാശകശക്തി കാണിക്കുമ്പോഴും മനുഷ്യനിൽ ഫലപ്രദമല്ലെന്നായിരുന്നു. ഇത് പക്ഷേ കൂടുതൽ ബാക്റ്റീരിയോളജിക്കാരെ അസോ ചായങ്ങളിലേക്ക് ആകർഷിച്ചു. ജർമനിയിലെ 'ബേയർ' കമ്പനിയിൽ ബാക്റ്റീരിയോളജി വിഭാഗം തലവനായിരുന്ന ജെറാർഡ് ഡോമകും (Gerhard Domagk) അസോ ചായങ്ങളുടെ പുറകേയായിരുന്നു. നീണ്ട അഞ്ചുവർഷത്തെ പരീക്ഷണനിരീക്ഷണങ്ങൾ ഡോമകിനെ കൊണ്ടെത്തിച്ചത് പ്രോൺടോസിൽ (Prontosil) എന്ന സംയുക്തത്തിലാണ്. 1909-ൽ വിയന്ന യൂണിവേഴ്സിറ്റിയിലെ ഗവേഷകവിദ്യാർഥിയായിരുന്ന പോൾ ഗെൽമോ (Paul Gelmo) ആണ് ഈ അസോ ചായം ആദ്യമായി നിർമിച്ചിരുന്നത്. ഗെൽമോവിന് പക്ഷേ ആ തന്മാത്രയുടെ ഔഷധസാധ്യത വെളിപ്പെട്ടിരുന്നില്ല. *സ്ട്രെപ്റ്റോ കോക്കസ്* (*Strepto coccus*) ഇനത്തിൽപ്പെട്ട ബാക്റ്റീരിയങ്ങളെ നശിപ്പിക്കാനുള്ള കഴിവ് പ്രകടിപ്പിച്ച പ്രോൺടോസിലിനെ ഡോമകിന് ആദ്യമായി തന്റെ പ്രിയപ്പെട്ട മകളിൽത്തന്നെയാണ് പരീക്ഷിക്കേണ്ടി വന്നത് എന്നത് ഏറെ ഹൃദയഹാരിയാണ്. കൈക്ക് സംഭവിച്ച ഒരു മുറിവിൽ *സ്ട്രെപ്റ്റോ കോക്കസ്* അണുബാധയേറ്റ് പഴുപ്പ് കേറി ഔഷധങ്ങളൊന്നും ഫലിക്കാതെ മരണത്തിലേക്ക് മയങ്ങുകയായിരുന്നു അവൾ. മറ്റൊന്നുമാലോചിക്കാതെ ആ പിതാവ് വെള്ള എലികളിൽ മാത്രം ഉപയോഗിച്ചിട്ടുള്ള പ്രോൺടോസിലിന്റെ ലായനി അവളുടെ വായിലൊഴിച്ചു കൊടുക്കുകയായിരുന്നുവത്രെ. അൽപനേരത്തിനുള്ളിൽത്തന്നെ അവളുടെ ശരീരത്തിലാകെ പ്രോൺടോസിലിന്റെ തിളക്കമാർന്ന ചുവപ്പുനിറം വ്യാപിച്ചുവെന്നാണ് ദൃക്സാക്ഷികൾ രേഖപ്പെടുത്തിയിരിക്കുന്നത്. പക്ഷെ പ്രതീക്ഷിച്ചതിലും വേഗത്തിലാണ് പ്രോൺടോസിൽ അവളിൽ പ്രവർത്തിച്ചത്. അവളുടെ ഊഷ്മാവ് കുറഞ്ഞുവന്നു. കുറച്ചുദിവസത്തിനുള്ളിൽത്തന്നെ അണുബാധ പൂർണമായും ഭേദപ്പെട്ട് അവൾ ജീവിതത്തിലേക്ക് തിരിച്ചുവന്നു. പിന്നീട് ബേയർ കമ്പനി വിപണിയിലിറക്കുമ്പോൾ, വിപണിയിലിറങ്ങുന്ന ആദ്യത്തെ ആന്റിബാക്റ്റീരിയൽ ഔഷധം എന്ന ബഹുമതിയുമായി പ്രോൺടോസിൽ വിലസി. 1939-ൽ ഡോമകിന് വൈദ്യശാസ്ത്രത്തിനുള്ള

നൊബേൽ സമ്മാനം ലഭിച്ചു (ഹിറ്റ്ലറുടെ കടുംപിടുത്തം കാരണം 1947-ലേ അദ്ദേഹത്തിനത് സ്വീകരിക്കാൻ കഴിഞ്ഞുള്ളൂ).

1936-ലാണ് പ്രോൺടോസിൽ അമേരിക്കയിലെത്തുന്നത്. പ്രസിഡണ്ട് റൂസ്‌വെൽറ്റിന്റെ പുത്രൻ ഡെലാനോ റൂസ്‌വെൽറ്റിന്റെ ചികിത്സാർഥമാണ് പ്രോൺടോസിലിനെ വരുത്തുന്നത്. തൊണ്ടയിലും ചെന്നിയിലുമൊക്കെ അണുബാധയേറ്റ് അപകടാവസ്ഥയിലായിരുന്ന ഡെലാനോവിനെ പ്രോൺ ടോസിൽ കുത്തിവച്ചാണ് ഡോക്ടർമാർ രക്ഷിച്ചെടുത്തത്. അപ്പോഴേക്കും എല്ലാവിധ *സ്ട്രെപ്റ്റോ കോക്കസ്* അണുബാധയ്ക്കും ഫലപ്രദമായ ഔഷധം എന്ന ബഹുമതി പ്രോൺടോസിലിന് ലഭിച്ചിരുന്നു. തൊണ്ട വീക്കം, കുടൽപ്പുണ്ണ്, ശസ്ത്രക്രിയാനന്തരമുറിവുകൾ തുടങ്ങി വിവിധ അണുബാധകളിൽ പ്രോൺടോസിൽ ഫലം കണ്ടു.

പരീക്ഷണശാലയിൽ മറ്റൊരു തരത്തിലായിരുന്നു പ്രോൺടോസിലിന്റെ പെരുമാറ്റം. അണുനാശകഗുണം പഠിക്കുന്നത് പ്രധാനമായും രണ്ടു തരത്തി ലാണ്. ഒന്ന്, '*ഇൻ വിട്രോ*' (*In vitro* - *ഗ്ലാസിൽ വച്ചുള്ളത്*) - പരന്നതും വൃത്താകൃതിയിലുള്ളതുമായ ഗ്ലാസ് പാത്രങ്ങളിൽ (petridish) രോഗാണു ക്കളെ വളർത്തി അവയെ നശിപ്പിക്കാനുള്ള ഔഷധത്തിന്റെ കഴിവ് പഠി ക്കലാണ് *ഇൻ വിട്രോ* രീതി. രണ്ട്, '*ഇൻ വിവോ*' (*In vivo*) - ഇഞ്ചക്ഷൻ വഴിയോ അകത്തേക്ക് കഴിച്ചോ ജന്തുക്കളിൽ പരിശോധിക്കുന്ന രീതി യാണിത്. *ഇൻ വിട്രോ* പഠനങ്ങളിൽ ഒട്ടും തന്നെ അണുനാശകഗുണം പ്രകടിപ്പിക്കാത്ത പ്രോൺടോസിൽ *ഇൻ വിവോ* പഠനങ്ങളിൽ മികവു കാട്ടുകയായിരുന്നു. പാസ്റ്റർ ഇൻസ്റ്റിറ്റ്യൂട്ടിലെ ശാസ്ത്രജ്ഞരായ ജാക്വസും ട്രെഫോലുമാണ് ഇതിന്റെ കാരണം കണ്ടെത്തുന്നത്. ശരീരകോശ ങ്ങൾക്കകത്ത് വച്ച് പ്രോൺടോസിൽ വിഘടി ക്കുകയും സൾഫാനിലമൈഡ് തന്മാത്രയായി മാറുകയും ചെയ്യുന്നതായി വിശദീകരിക്കപ്പെട്ടു. തുടർന്ന് സൾഫാനിലമൈഡ് തന്മാത്രകളാണ് രോഗാണുക്കളുടെ നാശത്തിന് കാരണമാകുന്നത്. ഫുള്ളർ എന്ന ശാസ്ത്രജ്ഞൻ പ്രോൺടോസിൽ കഴിച്ച രോഗികളുടെ രക്തത്തിൽ നിന്ന് സൾഫാനി ലമൈഡ് വേർതിരിച്ച് ഇക്കാര്യം സ്ഥിരീകരിച്ചിട്ടുണ്ട്.



സൾഫാനിലമൈഡ്

സൾഫോണമൈഡോക്രൈസോയ്ഡിന്റെ (Sulphonamidochrysoidine) വിളിപ്പേരാണ് പ്രോൺ ടോസിൽ. രണ്ട് ബെൻസീൻ തന്മാത്രകളെ ഒരു അസോഗ്രൂപ്പ് (N=N) പരസ്പരം ബന്ധിച്ചിരി

ക്കുന്നു. ഒരു ബെൻസീൻ വലയത്തിൽ സൾഫോണമൈഡ് ഗ്രൂപ്പും (SO_2NH_2) രണ്ടാമത്തേതിൽ രണ്ട് അമിൻ ഗ്രൂപ്പുകളും (NH_2) ഘടിപ്പിച്ചിരിക്കുന്നു. ഈ തന്മാത്ര വിഘടിച്ചുണ്ടാകുന്ന സൾഫാനിലമൈഡാകട്ടെ ഒരു ബെൻസീൻ വലയത്തിൽ ഒരു NH_2 വും ഒരു SO_2NH_2 വും മാത്രം ഉള്ള ഒരു ലളിത തന്മാത്രയാണ് (ചിത്രം) പ്രോൺടോസിലിനെ അപേക്ഷിച്ച് '*ഇൻ വിട്രോ*' പരീക്ഷണങ്ങളിലും അണുനാശകഗുണം കാണിച്ച സൾഫാനിലമൈ ഡിനെ പ്രോൺടിലിൻ (prontylin) എന്ന പേരിൽ ബേയർ കമ്പനി വിപണി യിലിറക്കുകയും ചെയ്തു. ദഹനപ്രക്രിയയിൽ പെട്ടതിന് ശേഷം മാത്രം ഔഷധമായി പ്രവർത്തിക്കുന്നതിനാൽ പ്രോൺടോസിലിനെ ഒരു ഔഷധാനുഭാവി (prodrug)യായിട്ടാണ് കണക്കാക്കിയതും.

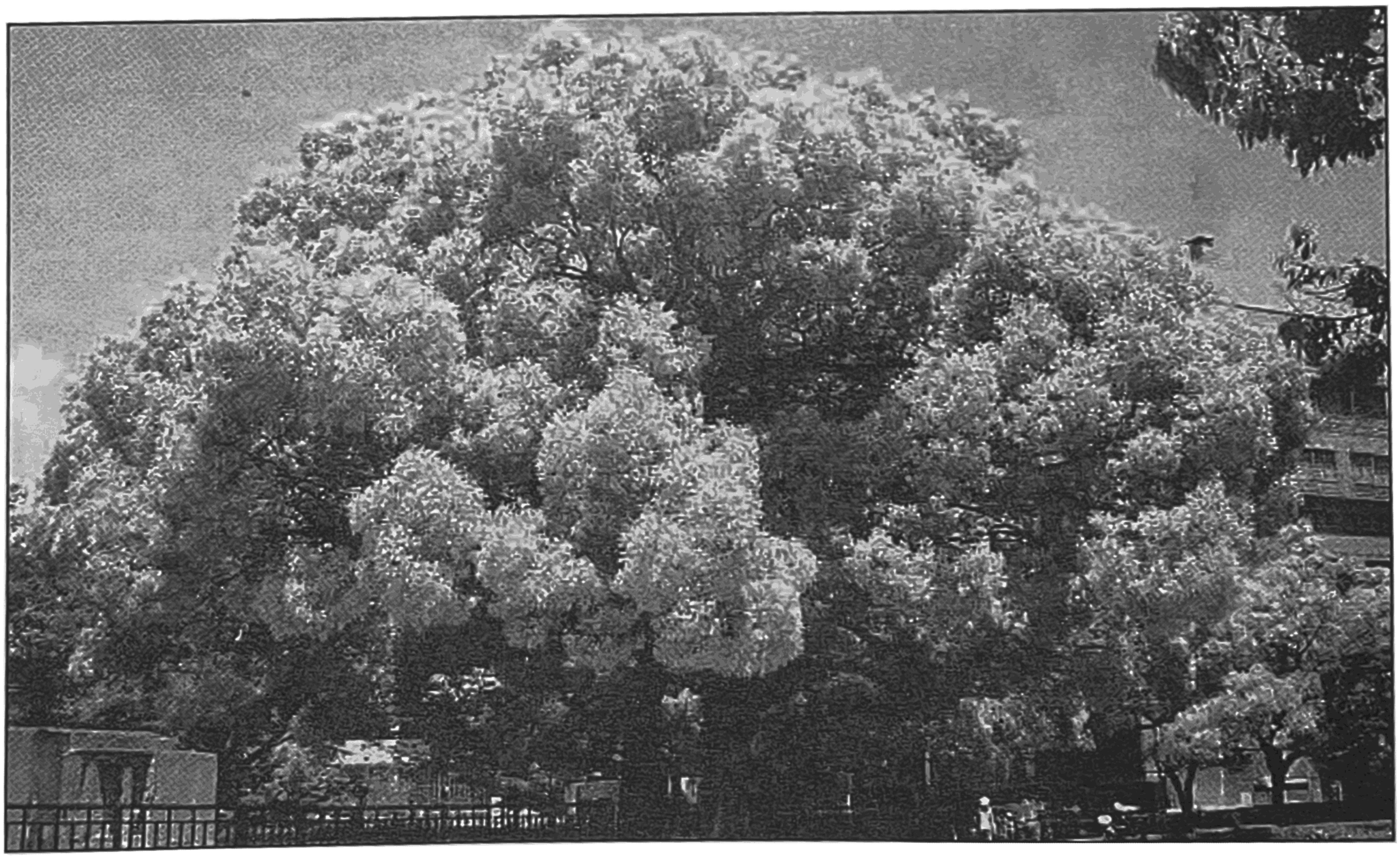
പ്രോൺടോസിലിന്റെ കണ്ടുപിടുത്തം ആധുനിക രാസചികിത്സയുടെ ആദ്യചുവടുവയ്പ്പായിട്ടാണ് കണക്കാക്കുന്നത്. പ്രോൺടോസിലിന്റെ അണുനാശകഗുണം വർധിപ്പിക്കുന്നതിലും പാർശ്വഫലങ്ങൾ കുറയ്ക്കുന്ന തിലും നടത്തിയ ഗവേഷണങ്ങൾ ആയിരക്കണക്കിന് സൾഫോണമൈഡു കളുടെ കണ്ടുപിടിത്തത്തിലേക്കാണ് വഴിതെളിച്ചത്. സൾഫാമരുന്നുകൾ (Sulpha drugs) എന്നറിയപ്പെടുന്ന ഇവ എക്കാലത്തെയും ശക്തമായ ആന്റി ബയോട്ടിക്കുകളാണ്. പെനിസിലിനും മറ്റ് ആന്റിബയോട്ടിക്കുകളും (ടെട്രാസൈക്ലിൻ, സ്ട്രെപ്റ്റോമൈസിൻ മുതലായവ) വ്യാപകമായതോടെ നിറം മങ്ങിപ്പോയെങ്കിലും HIV രോഗികളിലും മൂത്രാശയരോഗികളിലും ഒക്കെ ഇന്നും സൾഫാമരുന്നുകൾ ഉപയോഗിക്കുന്നുണ്ട്. തുടർച്ചയായി ഉപയോഗിക്കുമ്പോൾ രോഗാണുക്കൾ ഔഷധത്തിനോട് പ്രതിരോധം നേടിയെടുക്കുന്നു എന്നതാണ് സൾഫാമരുന്നുകളുടെ ഒരു ദോഷം. പക്ഷെ ആദ്യകാല ആന്റിബയോട്ടിക്കുകളുടെ വഴികാട്ടികൾ തന്നെ യായിരുന്നു അവ.

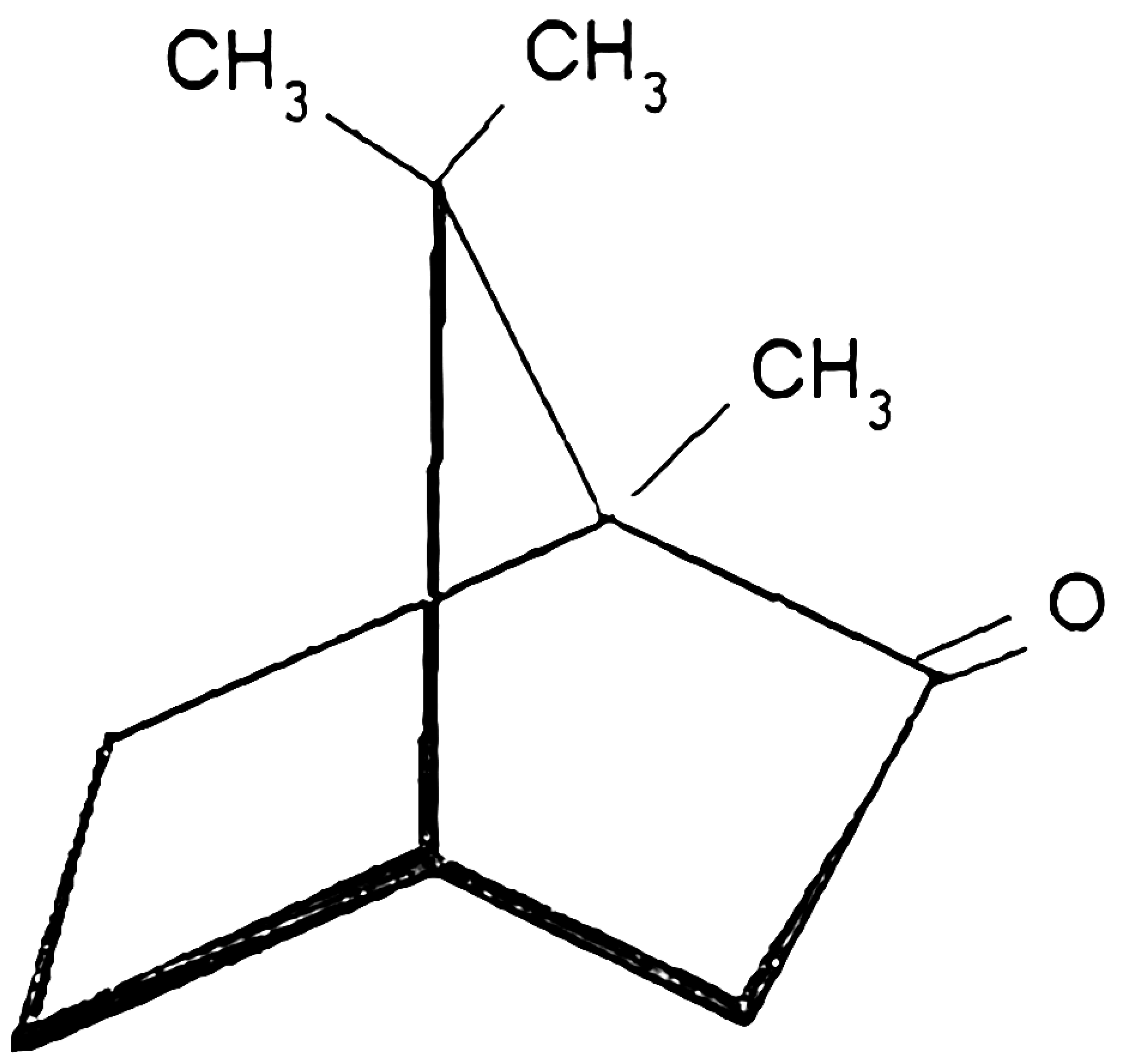
സൾഫാമരുന്നുകളുടെ പഠനം രസതന്ത്രത്തിന് പ്രത്യേകിച്ചും ഔഷധ രസതന്ത്രത്തിന് വലിയ കുതിപ്പാണ് നൽകിയിട്ടുള്ളത്. തന്മാത്രാഘടനയും ഔഷധഗുണവും തമ്മിലുള്ള ബന്ധത്തിന് പ്രാധാന്യം ലഭിച്ചു തുടങ്ങു ന്നത് ഇവിടെ നിന്നുമാണ്. ജീവദ്രവങ്ങളിലെ ഔഷധസംയുക്തങ്ങളുടെ സാന്നിധ്യത്തെക്കുറിച്ചുള്ള പഠനമാരംഭിക്കുന്നതും ഇവിടെ നിന്നാണ്. ഔഷധങ്ങളുടെ ആഗിരണം, വിതരണം, വിസർജനം എന്നിവയെപ്പറ്റി പഠിക്കുന്ന ഔഷധരാസഗതികം (Pharmaco kinetics) എന്ന വിജ്ഞാന ശാഖയ്ക്ക് തുടക്കമിടുന്നതും സൾഫോണമൈഡുകളിൽ നിന്നാണ്. ഇതി നെല്ലാം വിത്തിട്ട പ്രോൺടോസിലാകട്ടെ 1960-ഓടെ ഔഷധവിപണി യിൽ നിന്നും പൂർണമായി പിൻവാങ്ങുകയായിരുന്നു.

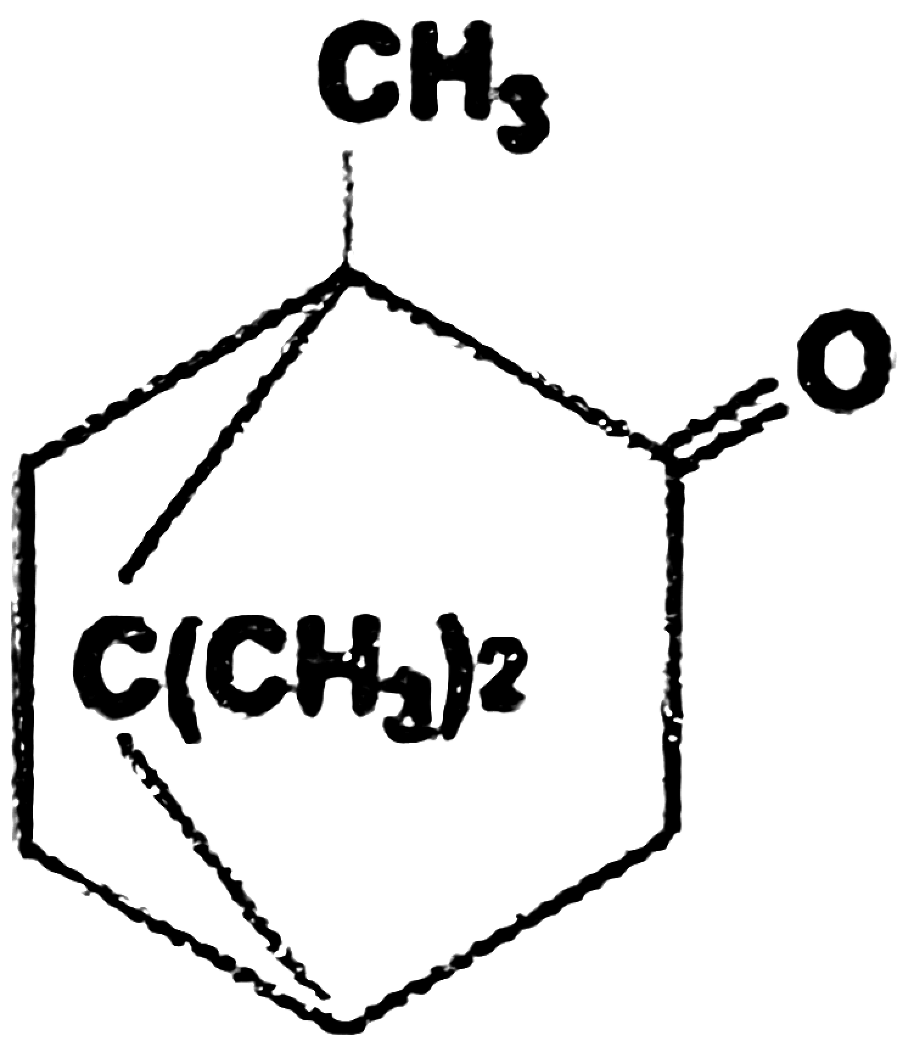
4

കർപ്പൂരത്തിന്റെ സുഗന്ധഗോപുരം

'ഉപ്പുതൊട്ട് കർപ്പൂരം വരെ' എന്നത് വെറുമൊരു പഴഞ്ചൊല്ലല്ല. ഉപ്പി നോളം തന്നെ രാസപ്രാധാന്യമാണ് കർപ്പൂരത്തിനുള്ളത്. ഔഷധമായും സുഗന്ധദ്രവ്യമായും പ്രാണികളെ അകറ്റുന്ന രാസവസ്തുവായും പകർ ന്നാടിയ കഥയാണ് കർപ്പൂരത്തിന്റേത്. ഉപ്പിന്റെ രാസഘടന NaCl എന്ന് ലളിതമായി എഴുതാമെങ്കിൽ കർപ്പൂരത്തിന്റേത് അത്ര എളുപ്പത്തിൽ വഴ ങ്ങുന്നതല്ലെന്ന് മാത്രം. $C_{10}H_{16}O$ എന്നതാണ് കർപ്പൂരത്തിന്റെ തന്മാത്രാ







രൂപം: പത്ത് കാർബൺ ആറ്റങ്ങളും പതിനാറ് ഹൈഡ്രജനുകളുമുള്ള ഒരു വലിയ തന്മാത്ര. ദ്വിമാനതലങ്ങളിൽ എളുപ്പത്തിൽ വരയ്ക്കാൻ കഴിയാത്ത ഈ തന്മാത്ര രണ്ട് വലയ രൂപങ്ങൾ കൂടിച്ചേർന്നതാണ് (bicyclic). ഈ വലയങ്ങൾ നാഫ്തലീനിലെപ്പോലെ ഒന്ന് ഒന്നിനോട് ഒട്ടിച്ചേർന്ന നിലയിലല്ല; മറിച്ച് ഒന്ന് തിരശ്ചീനമായും മറ്റേത് ലംബമായി ആദ്യത്തേതിന്റെ മധ്യഭാഗത്തെ ആറ്റങ്ങളിൽ ഘടിപ്പിച്ച നിലയിലുമാണ്. ഇത്തരം തന്മാത്രകളെ bridge headed (ബ്രിഡ്ജ് ഹെഡഡ്) തന്മാത്രകൾ എന്നാണ് വിളിക്കുന്നത്. ലംബമായി നിൽക്കുന്ന വലയം അറ്റം കൂർത്ത് ഒരു തൂക്കുപാലത്തിന്റെ തലപ്പ്പോലെ ഉയർന്നു നിൽക്കുന്നത് കൊണ്ടാണ് ഇങ്ങനെ വിളിക്കുന്നത്. സമ്പൂർണമായി സംശ്ലേഷണം ചെയ്തെടുത്തതിലൂടെ മാത്രമാണ് ഇത്തരമൊരു ഘടനയിലേക്ക് ശാസ്ത്രലോകം എത്തിച്ചേർന്നത്. പത്തുവർഷത്തോളം നീണ്ട ഗവേഷണത്തിനൊടുവിൽ ഫിന്നിഷ് ശാസ്ത്രജ്ഞനായ ഗുസ്താവ് കോംപ (Gustaf kompa) കർപ്പൂരതന്മാത്രയെ പൂർണമായും സംശ്ലേഷണം ചെയ്തെടുക്കാനുള്ള മാർഗം കണ്ടെത്തി അവതരിപ്പിക്കുന്നത് 1901-ലാണ്. 1890-ൽ ഫ്രഞ്ച് ശാസ്ത്രജ്ഞനായ ആൽബിൻ ഹാലർ (Albin Haller) കാംഫോറിക്ക് ആസിഡിനെ കാംഫർ (കർപ്പൂരം) ആക്കി മാറ്റാമെന്ന് കണ്ടെത്തിയിരുന്നു. കാംഫോറിക് ആസിഡിനെ എങ്ങനെ സംശ്ലേഷണം ചെയ്തെടുക്കാമെന്നതായിരുന്നു കോംപയുടെ അന്വേഷണം. പലതവണ പരാജയത്തിലേക്ക് വഴുതിവീണ ഈ പരിശ്രമം കൃത്യമായി പറഞ്ഞാൽ 1903-ലാണ് പൂർണ വിജയമായത്. എങ്കിലും അപ്പോഴും കാംഫറിന്റെ രാസഘടനയ്ക്ക് അത്ര അംഗീകാരം കിട്ടിയിരുന്നുവോ എന്ന് സംശയമാണ്. ഇലക്ട്രോമാഗ്നറ്റിക് തരംഗങ്ങളുടെ സഹായത്തോടെ തന്മാത്രാഘടന പഠിക്കുന്ന സ്പെക്ട്രോസ്കോപ്പി (spectroscopy)യുടെ കടന്നുവരവോടെയാണ് വാസ്തവത്തിൽ പല സങ്കീർണതന്മാത്രകളുടെയും ഘടന വെളിച്ചപ്പെട്ടിരിക്കുന്നത്. ഈ വഴിയെ നടന്ന് അനാവൃതമാകുവാൻ

കാംഫറിന് 1968 വരെ കാത്തിരിക്കേണ്ടിവന്നു. ന്യൂക്ലിയർ മാഗ്നറ്റിക് റെസൊണൻസ് സ്പെക്ട്രോസ്കോപ്പി (NMR spectroscopy)യുടെ മുന്നേറ്റത്തിലാണ് കാംഫറിന്റെ തന്മാത്രാരഹസ്യം വെളിച്ചത്തായത്.

മെഴുകുപോലെ വെളുത്ത, കുറെയൊക്കെ സുതാര്യമായ ഒരു ഖര പദാർഥമാണ് കർപ്പൂരം. തീവ്രഗന്ധമുള്ള കാംഫർ ടെർപ്പീനോയ്ഡ് (terpenoid) കുടുംബത്തിലെ ഒരു കീറ്റോൺ (ketone) ആണ് (C=0 ഉള്ള സംയുക്തം). 179°c ൽ ഉരുകുന്ന കാംഫറിന്റെ തിളനില 209°c ആണ്. ഖരാവസ്ഥയിൽ നിന്ന് നേരിട്ട് വാതകാവസ്ഥയിലേക്ക് മാറുന്ന ഉത്പതന സ്വഭാവം (sublimation) പ്രകടിപ്പിക്കുന്ന കാംഫർ ഒരു പ്രകൃതിജന്യ സുഗന്ധവസ്തുവാണ്. *സിന്നമോമം കാംഫോറ (Cinnamonum camphora)* എന്ന കർപ്പൂരവൃക്ഷത്തിൽ നിന്നാണ് കർപ്പൂരത്തെ വേർതിരിച്ചെടുക്കുന്നത്. ലോകത്തെമ്പാടും വന്യമായി വളരുന്ന കർപ്പൂരവൃക്ഷത്തിന്റെ തടിയും കൊമ്പും ചില്ലയുമൊക്കെ കൊത്തിയരിഞ്ഞ് നീരാവിയുടെ സാന്നിധ്യത്തിൽ വാറ്റിയെടുത്താണ് (steam distillation) കർപ്പൂരം ലഭിക്കുന്നത്. മൂപ്പെത്തിയ (ഏതാണ്ട് 50 വർഷം പ്രായം) ഒരു വൃക്ഷത്തിൽ നിന്ന് ഏതാണ്ട് മൂന്ന് ടൺ കാംഫർ ലഭിക്കും എന്നതാണ് വിസ്മയിപ്പിക്കുന്ന കണക്ക്. പ്രകൃതിജന്യകർപ്പൂരത്തിന് വ്യാവസായിക പ്രാധാന്യമുള്ള കാലത്ത് ചൈനയിലും ഈജിപ്തിലും അർജന്റീനയിലും ജപ്പാനിലും മലയയി

ലുമൊക്കെ കർപ്പൂരവൃക്ഷം ഏറെ പരിപാലിക്കപ്പെട്ടിരുന്നു. പ്രാചീന കാലത്ത് ചൈനയിൽ നിന്നാണ് ഈ മരം ഇന്ത്യയിലെത്തിയതെന്ന് പറയപ്പെടുന്നു. ധാരാളം കൊമ്പുകളും ചില്ലകളുമുള്ള ഈ നിത്യഹരിത വൃക്ഷത്തിനെ ഈയിടെയായി നട്ടുവളർത്തുന്നത് അമേരിക്കക്കാരാണ്. അവരുടെ നഗരങ്ങളിൽ തണൽ പടർത്തുവാൻ; അവരുടെ പൂന്തോട്ടങ്ങളിൽ സുഗന്ധം നിറയ്ക്കുവാൻ.

കർപ്പൂരവൃക്ഷം വാറ്റിയെടുക്കുന്ന സുഗന്ധതൈലം (Essential oil) മൂന്ന് തരത്തിലാണ് ലഭ്യമാക്കുന്നത്. ഭാരം കുറഞ്ഞ നിറമില്ലാത്തത് (white, light), ഇടത്തരം ഭാരമുള്ള തവിട്ട് നിറമുള്ളത് (brown, medium), ഭാരം കൂടിയ മഞ്ഞ (Heavy, yellow) എന്നിങ്ങനെ. ഇവയ്ക്കെല്ലാം കർപ്പൂരത്തിന്റെ തീക്ഷ്ണ ഗന്ധമാണുള്ളത്. കാംഫർ തന്മാത്രയാണ് ഈ സുഗന്ധതൈലങ്ങളുടെ പ്രധാന ഘടകം. കൂടാതെ, പൈനീൻ (pinene), കാംഫീൻ (comphene), സാഫ്രോൾ (safrole) എന്നീ രാസപദാർഥങ്ങളും ഈ തൈലത്തിലുള്ളതായി കണ്ടെത്തിയിട്ടുണ്ട്.

ഔഷധമായും സുഗന്ധദ്രവ്യമായുമാണ് കർപ്പൂരത്തിന്റെ അരങ്ങേറ്റം. 5000-ത്തിലധികം വർഷം പഴക്കമുള്ള ആയുർവേദഗ്രന്ഥങ്ങളിൽ കർപ്പൂരം പരാമർശിക്കപ്പെട്ടിട്ടുണ്ട്. പ്രാചീന ചൈനീസ് വൈദ്യന്മാർ കർപ്പൂരം ഉപയോഗിച്ചിരുന്നതായി 13-ാം നൂറ്റാണ്ടിൽ മാർക്കോപോളോ രേഖപ്പെടുത്തിയിട്ടുണ്ട്. ഇസ്ലാമിന് മുൻപേ അറേബ്യയിൽ കർപ്പൂരം വ്യാപകമായിരുന്നു. ഖുറാനിൽ പാനീയങ്ങളിലെ രുചിദ്രവ്യമായി കർപ്പൂരം പരാമർശിക്കപ്പെടുന്നുണ്ട്. ഒമ്പതാം നൂറ്റാണ്ടിൽ ജീവിച്ചിരുന്നു എന്ന് കരുതപ്പെടുന്ന അറബ് രസതന്ത്രജ്ഞൻ അൽകിൻഡസ് (Alkindus) തന്റെ 'കിതാബ് കിമിയ അൽ ഇത്ർ' (Book of the chemistry of perfume) എന്ന ഗ്രന്ഥത്തിൽ കർപ്പൂരം വേർതിരിച്ചെടുക്കുന്ന പ്രക്രിയ വിവരിച്ചിട്ടുണ്ടത്രെ. പ്രാചീന കാലത്തെ മധ്യേഷ്യൻ പാചകഗ്രന്ഥങ്ങളിൽ (പ്രത്യേകിച്ചും മുസ്ലിം പാചകഗ്രന്ഥങ്ങളിൽ) കർപ്പൂരം ഒരു പ്രധാന ചേരുവയാണ്. നമ്മുടെ നാട്ടിലും ലഡ്ഡു പോലുള്ള പലഹാരങ്ങളിൽ കർപ്പൂരം ചേർക്കാറുണ്ടല്ലോ. പക്ഷെ യു എസിൽ കർപ്പൂരത്തിന്റെ ഉപയോഗം നിരുത്സാഹപ്പെടുത്തിക്കൊണ്ടിരിക്കുകയാണ്. അധിക അളവിൽ വിഷസ്വഭാവമുണ്ടെന്നതും (toxic) സാഫ്രോൾ പോലുള്ള അർബുദകാരികളുടെ സാന്നിധ്യവുമാണ് ഇതിന് കാരണമായി പറയപ്പെടുന്നത്. യൂറോപ്യന്മാർക്കും കർപ്പൂരത്തിന്റെ തീയും പുകയും ഇഷ്ടമല്ല.

പക്ഷെ കാംഫർ, കാംഫോറ (ലാറ്റിൻ), കാഫൂർ (അറബിക്) തുടങ്ങിയ പേരുകളിലറിയപ്പെടുന്ന കർപ്പൂരം വൈദികകാലം മുതലേ ഇന്ത്യൻ മനസ്സിന്റെ ഭാഗമാണ്. ലോകത്ത് ഏറ്റവും കൂടുതൽ കർപ്പൂരം ഉപയോഗി

ക്കുന്ന രാജ്യങ്ങളിലൊന്ന് ഇന്ത്യയാണ്. ക്ഷേത്രങ്ങളിലും മതചടങ്ങുകളിലും 'പുണ്യനാള'മായാണ് ഉപയോഗിക്കപ്പെടുന്നതെങ്കിലും കർപ്പൂരത്തിന്റെ സുഗന്ധവും പ്രാണികീടങ്ങളെ അകറ്റാനുള്ള കഴിവുമാണ് ഇവിടെയും പ്രയോജനപ്പെടുത്തുന്നത്. മതത്തിന്റെ ഭാഷയിൽ കർപ്പൂരഗന്ധം ആട്ടി യോടിക്കുന്നത് ഭൂതപ്രേതങ്ങളെയാണെങ്കിൽ ശാസ്ത്രഭാഷയിൽ ഇത് ഒരു പ്രാണിവികർഷണം (Moth repulsion) ആണ്. ലോകം മുഴുവൻ പ്രാണിവികർഷണത്തിനായി കർപ്പൂരത്തിനെ ഉപയോഗിക്കുന്നുമുണ്ട്. ക്ഷേത്രങ്ങളുടെ ശ്രീകോവിലിന്നകത്ത് കർപ്പൂരം ഉപയോഗിക്കുന്നത് വില ക്കിയിട്ടുണ്ട്. മേൽപ്പുരകളിൽ കരിപിടിക്കുന്നത് തടയാനായിട്ടാണ് ഇത്. കാർബണിന്റെ അളവ് (C_{16}) കൂടിയ ഒരു തന്മാത്രയാണല്ലോ ഇത്. ഈ വിലക്കിൽ നിന്നും ശാസ്ത്രം മറ്റൊരു നേട്ടമുണ്ടാക്കിയിട്ടുണ്ട്; ബാഷ്പ നിക്ഷേപപ്രക്രിയയിലൂടെ (vapour deposition process) കർപ്പൂരത്തിൽ നിന്ന് കാർബൺ നാനോട്യൂബുകൾ നിർമിച്ചെടുത്തു എന്നതാണ് ആ നേട്ടം.

ഏഷ്യയിലാകമാനം ഇന്നും മധുരപലഹാരങ്ങളിൽ കർപ്പൂരം ഒഴിച്ചു കൂടാത്ത ഒരു ചേരുവയാണ്. ഐസ്ക്രീമിന്റെ ഒരു പൂർവികൻ ഏഴാം നൂറ്റാണ്ടിൽ ചൈനയിലുണ്ടായിരുന്നുവത്രെ. അതിലും കർപ്പൂരത്തിന് ഒരു പ്രധാന 'റോൾ' ഉണ്ടായിരുന്നത്രെ.

വൈദ്യശാസ്ത്രരംഗത്ത് കർപ്പൂരത്തിന്റെ ഉപയോഗം നിരവധിയാണ്. നമ്മുടെ കർപ്പൂരതൈലവും അമേരിക്കക്കാരുടെ 'വിക്സും' പ്രത്യക്ഷ ഉദാഹരണങ്ങളാണ്. പനി, ചുമ, മലബന്ധം, വയറിളക്കം, പല്ലുവേദന, വാതം, ഉളുക്ക്, ചതവ്, അഞ്ചാംപനി, ഹിസ്റ്റീരിയ, ടൈഫോയ്ഡ്, എക്സിമ എന്നിങ്ങനെ 'കർപ്പൂര ചികിത്സ' പല പല രോഗങ്ങളിൽ പല പല രൂപങ്ങളിൽ (ഗുളിക, തൈലം, ഇഞ്ചക്ഷൻ) പടർന്നു കയറി. ഉറക്ക ക്കുറവിനും സ്വപ്നാടനത്തിനും ഹൃദയരോഗങ്ങൾക്കുംവരെ കർപ്പൂരം ചേർന്ന ഔഷധങ്ങൾ നിർദ്ദേശിക്കപ്പെട്ടു. അതിനിടയിൽ പക്ഷേ ടർപ്പ ന്റയീൻ ഓയിൽ ധാരാളമായുള്ള പൈനീനിൽ (pinene) നിന്ന് കർപ്പൂരം സംശ്ലേഷണം ചെയ്തെടുക്കുന്ന മാർഗം ഒരുകൂട്ടം ശാസ്ത്രജ്ഞർ കണ്ടു പിടിച്ചു. പ്രകൃതിജന്യകർപ്പൂരം പതുക്കെ പിൻവാങ്ങി എങ്കിലും സുരഭില ചിന്തകൾ കാംഫർ തന്മാത്രയെപ്പോലെ ഗോപുരമുയർത്തി നിന്നു.

5

ആൽക്കഹോളിലെ വെള്ളം

ജലം കഴിഞ്ഞാൽ ഏറ്റവുമധികം രാസപ്രാധാന്യമുള്ള ദ്രാവകമാണ് ആൽക്കഹോൾ. കണ്ടാൽ ശുദ്ധജലം തന്നെ. മണത്തുനോക്കിയാലോ ? രൂക്ഷഗന്ധം. തീപ്പെട്ടിക്കൊള്ളിയോ മറ്റോ മുക്കി കത്തിച്ചാൽ മങ്ങിയ നീലജ്വാലയോടെ ആളിക്കത്തും. പുക പടർത്താതെ കത്തിത്തീരും. വെള്ളത്തിനേക്കാൾ ബാഷ്പീകരണസ്വഭാവമുള്ളതിനാൽ ദൂരെ തുറന്നുവച്ചാൽ ഏതു ജലദോഷക്കാലത്തും ആളെ പിടികിട്ടും. വെള്ളവുമായി ഏത് അനുപാതത്തിലും മിശ്രണം ചെയ്യും. വെള്ളം ഇങ്ങോട്ടോ വെള്ളത്തിലേക്ക് അങ്ങോട്ടോ ഒഴിച്ചതുകൊണ്ട് സൾഫ്യൂരിക്കാസിഡിനെ പോലെയൊന്നും ഒരു പ്രശ്നവുമുണ്ടാക്കില്ല. അതുകൊണ്ട് നമ്മുടെ നാട്ടിൽ പണ്ടുമുതലേ ആൽക്കഹോളിനെ പലരും 'വെള്ളം' എന്നാണ് വിളിച്ചത്; (അപൂർവം ചിലർക്കൊക്കെ വെള്ളം എന്ന് പറഞ്ഞാൽ ആൽക്കഹോൾ ആണ് താനും) ആൽക്കഹോൾ കഴിക്കുന്നതിനെ 'വെള്ളമടിക്കുക' എന്നും. നമ്മുടെ നാട്ടിൽ മാത്രമല്ല, ലോകം മുഴുവൻ ചരിത്രാതീതകാലം മുതലേ, നിത്യജീവിതവുമായി ഒരുതരത്തിലല്ലെങ്കിൽ മറ്റൊരുതരത്തിൽ ബന്ധപ്പെട്ടുകിടക്കുന്ന ഈ രാസവസ്തുവിന്റെ ചരിത്രം മനുഷ്യന്റെ സാംസ്കാരികചരിത്രത്തിൽ നിന്ന് വേർപെടുത്തി വായിക്കാൻ വലിയ ബുദ്ധിമുട്ടായിരിക്കും.

ആൽക്കഹോൾ എന്നതുകൊണ്ട് പൊതുവെ സൂചിപ്പിക്കുന്നത് 'ഈഥൈൽ ആൽക്കഹോൾ; 'എഥനോൾ' എന്നൊക്കെ പേരുള്ള ഒരൊറ്റ വസ്തുവിനെ മാത്രമാണെങ്കിലും രസതന്ത്രത്തിൽ ഇതൊരു കുടുംബപ്പേരാണ്. ഹൈഡ്രോക്സിൽ (-OH) ഗ്രൂപ്പ് ഉള്ള ഓർഗാനിക് സംയുക്തങ്ങളുടെ കുടുംബമാണിത്. ഇവയിൽ എഥനോളും (C_2H_5OH), മെഥനോളും (മീഥൈൽ ആൽക്കഹോൾ - CH_3OH) പോലെ ഭാരം കുറഞ്ഞ തന്മാത്ര

കൾ മാത്രമേ ജലത്തിനെപ്പോലെ തെളിഞ്ഞ ശുദ്ധദ്രാവകങ്ങളായി കാണപ്പെടുന്നുള്ളൂ. തന്മാത്രാഭാരം കൂടിയവ കട്ടിയുള്ള ദ്രാവകങ്ങളോ (സിറപ്പുകൾ) ഖരരൂപങ്ങളോ തന്നെയാണ്.

ഉദാഹരണം - ഗ്ലിസറോൾ (ഗ്ലിസറിൻ തന്നെ). ഇവയിൽ തന്നെ മറ്റു പല ആൽക്കഹോളുകളും ജലവുമായി ഒട്ടും തന്നെ കലരുകയുമില്ല. ഈ കുടുംബത്തിൽ നെടുനായകത്വം വഹിക്കുന്ന എഥനോൾ ആകട്ടെ ജലവുമായി മാത്രമല്ല, ഓർഗാനിക് ലായകങ്ങളായ അസറ്റിക് ആസിഡ്, അസറ്റോൺ, ബെൻസീൻ, ഈഥർ, ക്ലോറോഫോം പിരിഡിൻ എന്നുവേണ്ട മണ്ണെണ്ണ, പെട്രോൾ തുടങ്ങിയ ഹൈഡ്രോകാർബണുകളുമായി വരെ വളരെ എളുപ്പത്തിൽ മിശ്രണം ചെയ്യപ്പെടും. തുറന്നു വച്ചാൽ അന്തരീക്ഷത്തിൽ നിന്ന് ജലതന്മാത്രകളെ വലിച്ചെടുക്കുന്ന സ്വഭാവവും (ഹൈഗ്രോസ്കോപിക്) എഥനോളിന്റെ ജന്മാവകാശമാണ്. ഇതെല്ലാം എഥനോൾ തന്മാത്രയിലെ ഹൈഡ്രോക്സിൽ (-OH) ഗ്രൂപ്പിന്റെ പ്രേരണയാണ്. ഇതിനെക്കുറിച്ച് പിന്നീട് പറയാം. ഒട്ടനവധി അംഗങ്ങളുള്ള ഒരു ഓർഗാനിക് കുടുംബത്തിന്റെ കുടുംബപ്പേര് സ്വന്തം പേരാക്കി കൊണ്ടു നടക്കുന്ന എഥനോളിന്റെ ചരിത്രത്തിലൂടെ ആദ്യം ഒന്ന് നടന്നുനോക്കാം.

ഒരു പാനീയം എന്ന നിലയിൽ ചരിത്രത്തിനും അപ്പുറത്താണ് എഥനോളിന്റെ കഥ തുടങ്ങുന്നത്. ശിലായുഗത്തിൽ ഉപയോഗിച്ചിരുന്ന മദ്യചഷകങ്ങൾ (ഇവയെ ബിയർ ജഗ്സ് - beer jugs എന്ന് വിളിക്കാം) കണ്ടെത്തിയത് BC 10,000 ത്തോളം പിറകിലേയ്ക്കാണ് രസതന്ത്രത്തിന്റെ ചരിത്രത്തെ കൊണ്ടുപോകുന്നത്. ചൈനയിലെ 'ജിയാഹു'വിൽ കണ്ടെടുത്ത വീഞ്ഞുഭരണികൾ 7000 BC-യിൽ നിർമിച്ചവയായിരുന്നു. 'ജിയു' എന്ന് വിളിക്കപ്പെട്ടിരുന്ന ഈ വീഞ്ഞ്, അരി, തേൻ വിവിധ പഴങ്ങൾ എന്നിവ പുളിപ്പിച്ചാണ് നിർമിച്ചെടുത്തിരുന്നതത്രെ. ഈജിപ്തിലെ വിവിധ ലിഖിതങ്ങളിൽ (ഇവ 4000 BC-യിലേതാണ്) വീഞ്ഞിനെക്കുറിച്ച് ധാരാളം പരാമർശങ്ങളുണ്ട്. ഈജിപ്തുകാർ 24 തരം വീഞ്ഞുകളും 17 തരം ബിയറുകളും സ്വന്തമായി നിർമിച്ചെടുത്തിരുന്നുവത്രെ. മിക്ക വീടുകളിലും ഒരു നിത്യോപയോഗ വസ്തുവായി കണക്കാക്കി സ്ഥിരം 'വീഞ്ഞ് പുളിപ്പിക്കൽ

സംവിധാനങ്ങൾ' ഉണ്ടായിരുന്നു. ആഘോഷങ്ങളിലെയും മതചടങ്ങുകളിലെയും പാനീയമായും ഔഷധമായിത്തന്നെയും വ്യാപകമായി എഥനോൾ ഉപയോഗിച്ചിരുന്ന ഈജിപ്തുകാർ ശവകുടീരങ്ങളിൽ വീഞ്ഞുഭരണികളും അടക്കം ചെയ്തിരുന്നുവത്രെ. ആത്മാക്കളും ആൽക്കഹോൾ ഉപയോഗിക്കുമെന്ന് വിശ്വസിച്ചിരുന്ന ഈജിപ്തുകാർക്ക് വീഞ്ഞിന് ഒരു ദേവതയുമുണ്ടായിരുന്നു - ഓസിരിസ് (Osiris) - മനുഷ്യന്റെ സന്തോഷത്തിനും ആരോഗ്യത്തിനും നവോന്മേഷത്തിനുമായി ദിവ്യപാനീയം കണ്ടുപിടിച്ച ദേവത. ഗ്രീക്കുകാരും റഷ്യക്കാരും അമേരിക്കയിലെ ആദ്യകാല ജനവർഗങ്ങളുമൊക്കെ തങ്ങളുടേതായ സാങ്കേതികവിദ്യ ഉപയോഗിച്ച് വ്യത്യസ്ത വസ്തുക്കളിൽ നിന്ന് (അരി, ചോളം, ഗോതമ്പ്, കരിമ്പ്, തേൻ, പഴങ്ങൾ) വിവിധ വീഞ്ഞുകളും ബിയറുകളും പുളിപ്പിച്ചെടുക്കുകയും വാറ്റിയെടുക്കുകയും ചെയ്തിരുന്നു. ഈ പാനീയങ്ങളാണ് പിന്നീട് വോഡ്ക, ജിൻ, റം, ബ്രാൻഡി എന്നൊക്കെയുള്ള വർണനാമങ്ങളിട്ട് ആധുനികലോകത്ത് വിതരണം ചെയ്യപ്പെട്ടത്. ഗുണത്തിന്റെ കാര്യത്തിലും വീര്യത്തിന്റെ കാര്യത്തിലുമൊക്കെ കാര്യമായ മാറ്റങ്ങൾ (ധനാത്മകവും ഋണാത്മകവുമായ മാറ്റങ്ങൾ) വരുത്തിയിട്ടാണെങ്കിലും ആദിമനുഷ്യന്റെ രുചിബോധം തന്നെയാണ് ഇക്കാര്യത്തിൽ ആധുനിക മനുഷ്യന്റെയും വിധി നിർണയിക്കുന്നത്.

കഥകൾ അവസാനിക്കുന്നില്ല. ബൈബിളിൽ വീഞ്ഞിന്റെ കഥകൾ നിരവധിയാണ്. ഒരു സൽക്കാരത്തിൽ വച്ച് വെള്ളത്തെ വീഞ്ഞാക്കി മാറ്റിക്കൊണ്ടാണ് യേശു തന്റെ ദിവ്യസാന്നിധ്യമറിയിക്കുന്നത്. 'അവസാനത്തെ അത്താഴ'ത്തിന്റെ വേളയിൽ ശിഷ്യന്മാർക്ക് വീഞ്ഞ് പകർന്നുകൊടുത്തുകൊണ്ട് യേശു പറയുന്നു - "ഇതെന്റെ രക്തമാണ്." അപ്പവും വീഞ്ഞും (bread and wine) എന്നത് ചോറും കറിയും എന്നൊക്കെ പറയുംപോലെയുള്ള ഒരു നിത്യപ്രയോഗമായിരുന്നു. യേശുവിനും മുൻപ് 3000 BC - യിൽ സിന്ധുനദീതടത്തിൽ വീഞ്ഞിനെ 'സുര' എന്നാണ് വിളിച്ചിരുന്നത്. അരിയിൽ നിന്ന് വാറ്റിയെടുത്തിരുന്ന ഈ പാനീയം ക്ഷത്രിയരും കൃഷിക്കാരുമൊക്കെ വ്യാപകമായി ഉപയോഗി

ക്കുകയും ദേവതകൾക്ക് വിശിഷ്ടവസ്തുവായി അർച്ചിക്കുകയും ചെയ്തു പോന്നു. 'സുര' നിർമാണവിജ്ഞാനം അറിയുന്നവർ സുരരും (ദേവന്മാർ) അറിയാത്തവർ അസുരന്മാരും ആയി വേർതിരിക്കപ്പെട്ടു. അസുരന്മാരും അവരുടേതായ ആൽക്കഹോൾ രൂപപ്പെടുത്തിയിട്ടുണ്ടാകണം. അസുര ചരിത്രം വേണ്ടത്ര ലഭ്യമല്ലാത്തതിനാൽ തൽക്കാലം നമുക്കത് വിടാം. പക്ഷേ ഭാരതീയ വേദങ്ങളിൽ പല പ്രാർഥനകളിലും 'സുര'എന്ന ആൽക്കഹോളിനെക്കുറിച്ച് പരാമർശങ്ങളുണ്ട്; പ്രകീർത്തനങ്ങളുമുണ്ട്. 'തന്ത്ര' എന്ന പിൽക്കാല ജീവിതരീതിയിൽ വീര്യം കൂടിയ ആൽക്കഹോൾ സർവ സാധാരണ വസ്തുവായിരുന്നു. ഇന്നും പല ക്ഷേത്രങ്ങളിലും പ്രതീകാത്മകമായിട്ടെങ്കിലും ആൽക്കഹോൾ ഒരു പൂജാദ്രവ്യമാണ്. പിൽക്കാലത്ത് രൂപപ്പെട്ട ബുദ്ധമതവും അതിനെത്തുടർന്ന് ഹിന്ദുമതത്തെ ബാധിച്ച ബ്രാഹ്മണാധിപത്യവും മദ്യത്തിന്റെ ഉപയോഗത്തെ നിരുത്സാഹപ്പെടുത്തുകയായിരുന്നു. മദ്യത്തിന്റെ ഗുണവും ദോഷവും വ്യക്തമായി പഠിച്ചറിഞ്ഞ ആയുർവേദവും മറ്റ് വൈദ്യശാസ്ത്രഗ്രന്ഥങ്ങളുമാണ് മതങ്ങളെ ഈ വഴിക്ക് പ്രേരിപ്പിച്ചത്. ക്രൈസ്തവ-ജൂത പുരോഹിതരും പിന്നീട് പ്രഖ്യാപിക്കുകയുണ്ടായി – "മദ്യം ദൈവത്തിന്റേതാണ്, പക്ഷെ മദ്യപാനി സാത്താനാണ്" എന്ന്. പ്രവാചകനായ മുഹമ്മദ്നബിയാകട്ടെ തന്റെ അനുയായികൾക്കിടയിൽ സമ്പൂർണ മദ്യനിരോധനമാണ് പ്രഖ്യാപിച്ചത്. ഇതിനിടയിലും നമ്മൾ മനസ്സിലാക്കേണ്ട മറ്റൊന്നുണ്ട് – ആദിമപാനീയങ്ങളിൽ എഥനോളിന്റെ അളവ് വളരെ വളരെ കുറവായിരുന്നു. കുറവെന്ന് വച്ചാൽ വെറും ഒരു ശതമാനം. ഇന്നത്തെ ഏറ്റവും വീര്യം കുറഞ്ഞ ബിയറിൽപ്പോലും മൂന്ന് മുതൽ അഞ്ച് ശതമാനം വരെ എഥനോൾ ഉണ്ടെന്നത് പക്ഷെ മറ്റൊന്നിനോടാണ് താരതമ്യം ചെയ്യേണ്ടത്; ആൽക്കഹോൾ മനുഷ്യശരീരത്തിലുണ്ടാക്കുന്ന മാറ്റങ്ങളോട്. പട്ടിക നോക്കുക.

രക്തത്തിലെ ആൽക്കഹോളിന്റെ അളവ് (വ്യാപ്തത്തിന്റെ ശതമാനം)	മനുഷ്യനിലുണ്ടാക്കുന്ന മാറ്റങ്ങൾ
0.05%	ആയാസം, കൂടുതൽ സംസാരിക്കുക, ചിലരിൽ മതിഭ്രമം, തലക്കറക്കം.
0.1%	ഛർദ്ദി, വിവേചന ബുദ്ധി നഷ്ടപ്പെടാൻ തുടങ്ങുന്നു (അച്ഛനാര്? മോനാര്?).
0.14% ത്തിൽ കൂടുതൽ	തലച്ചോറിലേക്കുള്ള രക്തപ്രവാഹം കുറയുന്നു.
0.3%	അബോധാവസ്ഥ
0.4%	മരണസാധ്യത
0.55% ത്തിൽ കൂടുതൽ	മരണം ഉറപ്പ്

ഇത്തരം സാധ്യതകളെല്ലാം പഴയ വൈദ്യശാസ്ത്രപഠനങ്ങൾ തന്നെ കണ്ടെത്തിയി

രുന്നു. ആധുനികശാസ്ത്രം അതിന്റെ കണക്കുകൾ കൂടുതൽ കൃത്യമാക്കിയെന്നേയുള്ളൂ. മാത്രമല്ല ഇതൊന്നും ശുദ്ധമായ ആൽക്കഹോളിന്റെ കാര്യമല്ല. ആൽക്കഹോൾ-ജലമിശ്രത്തിന്റെ വിശേഷങ്ങളാണ്. എപ്പോഴും ആൽക്കഹോളിൽ കുറച്ച് വെള്ളം കാണുമെന്ന് പറഞ്ഞല്ലോ. നൂറ് ശതമാനം ശുദ്ധമായ ആൽക്കഹോൾ ആകട്ടെ കണ്ണിനും തൊലിയ്ക്കുമൊക്കെ അസ്വസ്ഥതയുണ്ടാക്കുന്ന ബാഷ്പങ്ങളാണ് പുറത്തുവിടുന്നത്. അകത്ത് ചെന്നാൽ ഒരു വിഷമായിത്തന്നെയാണ് ഇത് പ്രവർത്തിക്കുക. ലഹരിക്കായുള്ള പാനീയത്തിൽ കൂടുതലും വെള്ളം തന്നെയാണ്. എന്നിട്ടും അത് അബോധത്തിലേക്കാണ് നയിക്കുന്നത് എന്നത് എഥനോൾ തന്മാത്രകൾക്ക് ശരീരത്തിലെ മറ്റ് തന്മാത്രകളോടുള്ള രാസപ്രവർത്തനസാധ്യതകളെയാണ് കാണിക്കുന്നത്. ഏറ്റവും ചുരുക്കിപ്പറഞ്ഞാൽ കേന്ദ്രീകൃതനാഡീവ്യവസ്ഥയെയാണ് ആത്യന്തികമായി ആൽക്കഹോൾ സ്വാധീനിക്കുന്നത്. ലഹരിയും, അബോധവും, അടിമപ്പെടലും (addiction) എല്ലാം ഇതിന്റെ ഭാഗമാണ്. നേരിട്ട് എഥനോൾ ഒരു കാർസിനോജൻ (അർബുദകാരി) അല്ല. പക്ഷെ എഥനോളിന് ശരീരത്തിനകത്ത് വച്ച് രാസമാറ്റം നടന്നുണ്ടാകുന്ന അസറ്റാൽഡിഹൈഡ് ഒരു വിഷവസ്തുവും കാർസിനോജനുമാണ്. നിരന്തര ഉപയോഗം കരളിനെയാണ് ഏറ്റവുമധികം ബാധിക്കുന്നത്. തലച്ചോറിനെ ബാധിക്കുന്നത് കരളിനെ അപേക്ഷിച്ച് കുറവാണെന്ന് കേട്ട് ചിരിക്കരുത്.

പക്ഷെ ഏറ്റവും ഫലപ്രദമായ ഒരു അണുനാശിനിയായി ആശുപത്രികളിലും മറ്റും ആൽക്കഹോൾ ഉപയോഗിക്കുന്നുണ്ട്. 62% ആൽക്കഹോൾ ലായനിയാണ് ഇങ്ങനെ ഉപയോഗിക്കുന്നത്. അണുക്കളുടെ പ്രോട്ടീനുകളെ നശിപ്പിച്ചും അവയിലെ ലിപിഡുകളെ (എണ്ണ) ലയിപ്പിച്ചെടുത്തുമാണ് ആൽക്കഹോൾ ഇത് സാധിക്കുന്നത്. ഏറെ പ്രാധാന്യമുള്ള ഒരു ലായകം കൂടിയാണ് ആൽക്കഹോൾ. പെയിന്റുകളും സുഗന്ധവസ്തുക്കളും വ്യത്യസ്ത ഔഷധതന്മാത്രകളും രൂപപ്പെടുത്തിയെടുക്കുന്ന രാസശാലകളിൽ ഏറ്റവും പ്രധാനപ്പെട്ട ലായകം എഥനോൾ തന്നെയാണ്. മറ്റൊരു ആൽക്കഹോളായ 'മെഥനോൾ' അകത്തു ചെന്നുണ്ടാകുന്ന ആപത്ഘട്ടത്തിൽ (Methanol Poisoning) പ്രതിവിധിയായി നൽകുന്നത് എഥനോൾ ആണ്. ശരീരത്തിലെ എൻസൈമുകളെ മെഥനോളിന്റെ ആക്രമണത്തിൽ നിന്ന് തടയാൻ ക്രിയാശീലം കൂടിയ എഥനോളിന് സാധിക്കുന്നു.

മനുഷ്യചരിത്രം ഏറ്റവുമാദ്യം പരിചയിച്ച രാസപ്രവർത്തനം ഒരുപക്ഷേ എഥനോൾ നിർമാണമായിരിക്കും. എൻസൈമുകളും ഊഷ്മാവ് നിയന്ത്രണവും വായുനിയന്ത്രണവുമെല്ലാം കൂടിക്കുഴഞ്ഞ ആ ജൈവരാസപ്രക്രിയയെ (bio-chemical process)ക്കുറിച്ച് അടുത്ത അധ്യായത്തിൽ പറയാം.

6

ആൽക്കഹോൾ – അടുക്കളയിൽ നിന്ന് അരങ്ങത്തേക്ക്

'ആൽക്കഹോൾ' എന്ന പദം ആദ്യമായി ഇംഗ്ലീഷിൽ പ്രത്യക്ഷപ്പെട്ടത് 16-ാം നൂറ്റാണ്ടിലാണെന്ന് കരുതപ്പെടുന്നു. അറബിക് ഭാഷയിൽ നിന്ന് ആദ്യം ലാറ്റിനിലേക്കും പിന്നീട് ഫ്രഞ്ചിലേക്കും കൂടുമാറി 'അൽ-കുഹ്ൾ' (al-kuhl) എന്ന വാക്കാണ് ആൽക്കഹോൾ ആയി മാറിയത്. അറബിക്കിൽ പിന്നീട് ഈ പദം ചെറിയൊരു രൂപമാറ്റത്തോടെയാണ് തിരിച്ചെത്തുന്നത് – 'അൽ-കുഹുൾ' (al-kuhul) എന്നാണ് ആൽക്കഹോളിന്റെ ഇപ്പോഴത്തെ അറബിക് നാമം.

രൂപപ്പെട്ട കാലത്ത് ഈ വാക്ക് ഒരു ദ്രാവകത്തിനെപ്പോലുമല്ല സൂചിപ്പിച്ചിരുന്നതെന്നത് കൗതുകകരമാണ്. കൺമഷിയുണ്ടാക്കാനുപയോഗിച്ചിരുന്ന നേർത്ത ധൂളി (fine powder) യെയാണ് 'അൽ-കുഹ്ൾ' എന്ന് പറഞ്ഞിരുന്നത്. 'സ്റ്റിബ്നൈറ്റ്' (stibnite) എന്ന് വിളിയ്ക്കപ്പെടുന്ന 'ആന്റിമണി സൾഫൈഡി'നെ ഉത്പതനം (sublimation) നടത്തിയാണ് ഈ ധൂളി നിർമിച്ചിരുന്നത്. ഏറ്റവും നേർത്ത പൊടിയായതിനാൽ, പദാർഥത്തിന്റെ ആത്മാവ് (spirit) അല്ലെങ്കിൽ സത്ത് (essence) എന്ന അർഥത്തിലാണ് 'കുഹ്ൾ' എന്ന പേരു വരുന്നത്. 'അൽ' എന്നത് ഇംഗ്ലീഷിലെ 'the' എന്നതിന് തത്തുല്യമായ അറബിക് പ്രയോഗമാണ്. അങ്ങനെ 'the essence' എന്ന അർഥത്തിൽ 'അൽ-കുഹ്ൾ' എന്ന പദം രൂപപ്പെടുന്നു. പിന്നെപ്പിന്നെ ഏത് വസ്തുവിന്റെ സത്തിനെയും കുറിയ്ക്കാൻ ഇതേ പദം തന്നെ ഉപയോഗിക്കപ്പെടുകയും, അത് വീഞ്ഞിൽ, വീഞ്ഞിനെ വാറ്റിയെടുക്കുന്ന വീര്യം കൂടിയ സത്തിൽ വന്നു വീഴുകയും ചെയ്യുന്നു. വീഞ്ഞിന്റെ അൽ-

കുഹ്ൾ (al cohol of wine അല്ലെങ്കിൽ spirit of wine) എന്ന വിശേഷണം പതിയെപ്പതിയെ 18-ാം നൂറ്റാണ്ടായപ്പോഴേയ്ക്കും ആൽക്കഹോൾ സമം മദ്യം എന്ന അവസ്ഥയിലെത്തിച്ചേർന്നു (വാക്കും വീണ്ടു കുടിച്ചുവോ?) 1850-ൽ ആധുനിക രസതന്ത്രം ഹൈഡ്രോക്സിൽ (-OH) ഗ്രൂപ്പ് ഉള്ള കാർബണിക സംയുക്തങ്ങളുടെ കുടുംബപ്പേരായി പ്രഖ്യാപിച്ചുവെങ്കിലും, ആൽക്കഹോൾ എന്നാൽ ഇന്നും സൂചിപ്പിക്കപ്പെടുന്നത് ഈഥൈൽ ആൽക്കഹോൾ (എഥനോൾ) എന്ന അത്ഭുത പദാർഥം തന്നെയാണ്.

മനുഷ്യവർഗം ഏറ്റവും ആദ്യം പരിചയപ്പെടുകയും പഠിച്ചെടുത്ത് നടപ്പിലാക്കുകയും ചെയ്ത രാസപ്രവർത്തനങ്ങളിലൊന്നാണ് ആൽക്കഹോൾ നിർമാണം. സമൃദ്ധമായി കാണപ്പെടുന്ന പഴങ്ങളിലും ധാന്യങ്ങളിലുമൊക്കെ വ്യത്യസ്ത രൂപങ്ങളിൽ ഒളിഞ്ഞിരിയ്ക്കുന്ന പഞ്ചസാരകൾ (sugars - ഗ്ലൂക്കോസ്, ഫ്രക്റ്റോസ് പോലുള്ള കാർബോഹൈഡ്രേറ്റുകൾ) അന്തരീക്ഷത്തിലെ ഈസ്റ്റ് (yeast) പോലുള്ള ഫംഗസ്സുകളുടെ പ്രവർത്തനം വഴി രൂപാന്തരപ്പെട്ട് പ്രകൃതിയിൽ സ്വയമേവ എഥനോൾ ഉണ്ടാകുന്നുണ്ട്. ഈ ജൈവരാസപ്രവർത്തനം ഒരു തരം പുളിപ്പിയ്ക്കൽ (fermentation) തന്നെയാണ്. മനുഷ്യനുമിപ്പുറം ചിമ്പാൻസികൾ പോലും ഇത് തിരിച്ചറിഞ്ഞിരുന്നു. പഴുത്തളിഞ്ഞ ചില പഴങ്ങളോട് ചിമ്പാൻസികൾ പ്രകടിപ്പിയ്ക്കുന്ന താൽപര്യം അവയിൽ പ്രകൃത്യാ രൂപപ്പെടുന്ന ആൽക്കഹോളിനോടുള്ള താൽപര്യമായിരുന്നു. പഴങ്ങൾ, പ്രത്യേകിച്ചും മുന്തിരി, ഈന്തപ്പഴം പോലുള്ളവ കുടുസ്സ് പാത്രങ്ങളിലാക്കി (ഭരണികൾ) ദീർഘകാലത്തേയ്ക്ക് സൂക്ഷിച്ചുവയ്ക്കുന്ന

മെസപ്പൊട്ടേമിയക്കാരാണ് ഫെർമെന്റേഷന്റെ പ്രായോഗികത ആദ്യമായി തിരിച്ചറിഞ്ഞത്. ക്ഷാമകാലത്തേയ്ക്ക് കരുതിവച്ച ഈത്തപ്പഴത്തിന് മുകളിൽ ഊറിനിന്ന ദ്രവത്തിന്റെ മണവും രുചിയുമെല്ലാം അവരെ 'രഹസ്യ ഭരണി'യുടെ ഉള്ളറകളിലേക്ക് നയിച്ചിട്ടുണ്ടാകണം. വർഷങ്ങൾ നീണ്ട ഗവേഷണങ്ങളിലൂടെയാവണം പുളിപ്പിയ്ക്കലിന്റെയും വീഞ്ഞുനിർമാണത്തിന്റെയും വാറ്റിയെടുക്കലിന്റെയുമൊക്കെ രഹസ്യങ്ങൾ അവർക്ക് വെളിപ്പെട്ടിരിയ്ക്കുക. ഗവേഷണം എന്നൊക്കെ പറയുമ്പോൾ ഒരിക്കലും അതൊരു പരീക്ഷണശാലയിലായിരുന്നില്ല. അടുക്കളയിലോ അതിനോട് ചേർന്ന ചായ്പ്പിലോ ആയിരിക്കും ആ പരീക്ഷണങ്ങൾ. അരിവയ്ക്കുന്ന കലവും അടുപ്പിലൂതുന്ന കുഴലുമൊക്കെയായിരിക്കും അന്നത്തെ വാറ്റുപകരണങ്ങൾ. പിന്നീട് അരങ്ങിലെത്തുമ്പോഴേയ്ക്കും ഈജിപ്തുകാരും ചൈനക്കാരും, റോമൻകാരും ഇന്ത്യക്കാരുമൊക്കെ ഈ നാടകത്തിലെ കഥാപാത്രങ്ങളായിക്കഴിഞ്ഞിരുന്നു.

നവീനശിലായുഗത്തോളം പഴക്കമുള്ള ഈ 'പുളിപ്പിയ്ക്കൽ' തന്നെയാണ് ഇന്നും എഥനോൾ ഉൽപാദനത്തിനുള്ള മുഖ്യ മാർഗമായി സ്വീകരിക്കപ്പെട്ടിട്ടുള്ളത്. പഴങ്ങളും മുളപ്പിച്ച ധാന്യങ്ങളും (ബാർലി, ചോളം, ഗോതമ്പ് മുതലായവ) കരിമ്പുമൊക്കെയാണ് ഇന്നും പുളിപ്പിയ്ക്കപ്പെടുന്ന അടിസ്ഥാന വസ്തു. വായു കടക്കാത്ത പാത്രങ്ങളിൽ, 35 ഡിഗ്രി സെൽഷ്യസിനും 40 ഡിഗ്രി സെൽഷ്യസിനും ഇടയിൽ ഒരുക്കി നിർത്തിയിരിക്കുന്ന ഊഷ്മാവിൽ ലോകമെമ്പാടും ഈ നാടകം പുനരാവിഷ്കരിക്കപ്പെടുമ്പോൾ പഴയൊരു സൂത്രധാരനുമുണ്ട് - അതായത് ഈസ്റ്റ് (yeast). ഈസ്റ്റിലെ എൻസൈമുകളാണ് ഈ രാസപ്രവർത്തനങ്ങളെ മുന്നോട്ട് നയിക്കുന്നത്.

കരിമ്പിൽ നിന്നും ധാന്യങ്ങളിൽ നിന്നും എഥനോൾ ഉൽപാദിപ്പിയ്ക്കുന്നതിൽ ചെറിയ വ്യത്യാസങ്ങളുണ്ട്. കരിമ്പിൻ ജ്യൂസിൽ നിന്നും പഞ്ചസാര വേർതിരിച്ചെടുത്തശേഷം ബാക്കിയാവുന്ന ലായനിയാണ് മൊളാസെസ്സ് (molasses). ഇതിൽ 40% പഞ്ചസാരയുണ്ട് (വേർതിരിക്കാനാവാത്തത്) മൊളാസെസ്സിനെ ആദ്യമായി 10% ലായനിയായി നേർപ്പിയ്ക്കുന്നു. പിന്നീട് ഒരു നിശ്ചിത അളവ് ഈസ്റ്റ് ചേർക്കുന്നു. ഈസ്റ്റിലെ എൻസൈമുകളായ 'ഇൻവർടേസും' (invertase) 'സൈമേസും' (zymase) കൂടി രണ്ടുഘട്ടങ്ങളിലായി പഞ്ചസാരയെ (sucrose) എഥനോൾ ആക്കിമാറ്റുന്നു. വെളിച്ചവും വായുവും തട്ടാതെ, അനുകൂല ഊഷ്മാവിലാണ് ഈ പ്രക്രിയ നടത്തുന്നത്. ഇവിടത്തെ രാസപ്രവർത്തനങ്ങളെ ഇങ്ങനെ രേഖപ്പെടുത്താം.

$$\underset{\text{sugar}}{C_{12}H_{22}O_{11}} + H_2O \xrightarrow{\text{Invertase}} \underset{\text{glucose}}{C_6H_{12}O_6} + \underset{\text{fructose}}{C_6H_{12}O_6}$$

$$\underset{\text{(glucose/fructose)}}{C_6H_{12}O_6} \xrightarrow{\text{Zymase}} \underset{\text{ethanol}}{2C_2H_5OH} + 2CO_2$$

ആദ്യഘട്ടത്തിൽ ഇൻവെർടേസിന്റെ സാന്നിധ്യത്തിൽ പഞ്ചസാര വിഘടിച്ച് ഗ്ലൂക്കോസും ഫ്രക്ടോസുമാകുന്നു. അടുത്ത ഘട്ടത്തിൽ സൈമേസ് ഗ്ലൂക്കോസിനെയും ഫ്രക്ടോസിനെയും എഥനോൾ ആക്കി മാറ്റുന്നു. ഈ ഘട്ടത്തിൽ ഉൽപാദിപ്പിക്കപ്പെടുന്ന കാർബൺഡൈഓക്സൈഡ് കുമിളകളായും നുരകളും പതകളുമായും പ്രതലത്തിൽ തത്തിക്കളിക്കുന്നു. മറ്റൊരു വിധത്തിൽ ഫെർമെന്റേഷൻ നടക്കുന്നു എന്നതിന്റെ തെളിവായി ഈ കാർബൺഡൈഓക്സൈഡ് നുരകളെ കണക്കാക്കാവുന്നതാണ്. അരി, ഗോതമ്പ്, ബാർളി, ചോളം മുതലായ ധാന്യങ്ങൾ, ഉരുളക്കിഴങ്ങ് എന്നിവയെ ഫെർമെന്റ് ചെയ്യുന്നതിന് മുമ്പ് നന്നായി പൊടിക്കുകയും ഏതാണ്ട് 150°C ൽ ആവിയിൽ പുഴുങ്ങുകയും ചെയ്യുന്നു. ഇങ്ങനെ പുഴുങ്ങുന്നതിലൂടെ ഇവയിലെ അന്നജവും വെള്ളത്തിൽ കലങ്ങുന്നു. ഇങ്ങനെ കലക്കുന്നതിനെ 'മാഷിംഗ്' (Mashing) എന്നും ഈ ലായനിയെ 'മാഷ്' (Mash) എന്നുമാണ് വിളിക്കുന്നത്. ധാന്യങ്ങളെ മുളപ്പിച്ച ശേഷവും പുഴുങ്ങാവുന്നതാണ്. 'മാഷി'ലേയ്ക്ക് പിന്നീട് മുളപ്പിച്ച ബാർലി (Malt) ചേർക്കുന്നു. മാൾട്ടിലെ 'ഡയാസ്റ്റേസ്' എന്ന എൻസൈം (diastase) അന്നജത്തെ (starch) മാൾട്ടോസ് (maltose) എന്ന പഞ്ചസാരയാക്കി മാറ്റുന്നു.

$$\underset{\text{starch}}{2(C_6H_{10}O_5)_n} + nH_2O \xrightarrow{\text{Diastase}} \underset{\text{maltose}}{n\,C_{12}H_{22}O_{11}}$$

ഈ ഘട്ടം നടക്കുന്നത് 50°c-ൽ ആണ്. അടുത്ത ഘട്ടത്തിൽ മാൾട്ടോസ് ലായനിയെ 30°c ലേയ്ക്ക് തണുപ്പിച്ച് ഈസ്റ്റ് ചേർക്കുന്നു. ഈസ്റ്റിലെ മറ്റൊരു എൻസൈമായ മാൾട്ടേസ് (maltase) മാൾട്ടോസിനെ ഗ്ലൂക്കോസും, സൈമേസ് എന്ന എൻസൈം ഗ്ലൂക്കോസിനെ പഴയപോലെ എഥനോളുമാക്കി മാറ്റുന്നു.

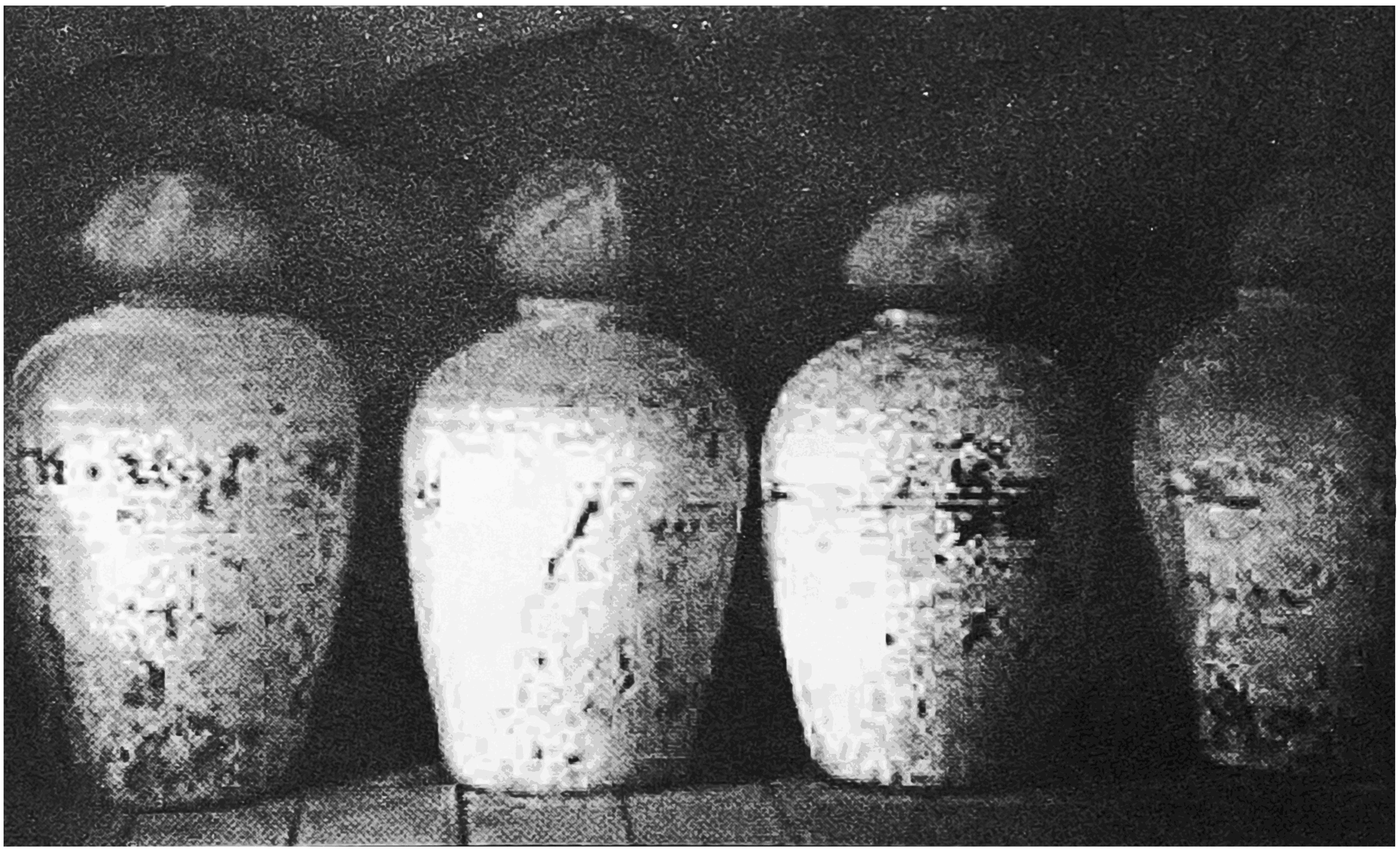
$$\underset{\text{maltose}}{C_{12}H_{22}O_{11}} + H_2O \xrightarrow{\text{Maltase}} \underset{\text{glucose}}{2C_6H_{12}O_6}$$

$$\underset{\text{glucose}}{C_6H_{12}O_6} \xrightarrow{\text{Zymase}} \underset{\text{ethanol}}{2C_2H_5OH} + 2CO_2$$

ഈ രണ്ടു രീതികളിലും ഉൽപാദിപ്പിക്കപ്പെടുന്ന എഥനോൾ വെറും 10% ലായനി മാത്രമാണ്. ഇതിനെ 'വാഷ്' (wash) എന്നാണ് പറയുന്നത്. വാഷിനെ ആംശികസ്വേദനത്തിന് (fractional distillation) വിധേയമാക്കിയാണ് ലായനിയിൽ നിന്ന് എഥനോളിനെ വേർതിരിച്ച് എടുക്കുന്നത്.

ജലത്തിനോട് ഏത് അനുപാതത്തിലും മിശ്രണം ചെയ്യാമെന്നത് പക്ഷേ എഥനോളിന്റെ ശുദ്ധീകരണത്തെ അത്ര എളുപ്പമല്ലാത്ത പ്രക്രിയയാക്കുന്നു. ആംശികസ്വേദനത്തിന്റെ ആവർത്തനത്തിലൂടെയും മറ്റുമാണ് ശുദ്ധീകരണം സാധ്യമാകുന്നത്. 95% എഥനോൾ ലായനിയെ (അപ്പോഴും 5% വെള്ളം) റെക്റ്റിഫൈഡ് സ്പിരിറ്റ് (Rectified spirit) അഥവാ വ്യാവസായിക എഥനോൾ (Industial ethanol) എന്നാണ് വിളിക്കുന്നത്. റെക്റ്റിഫൈഡ് സ്പിരിറ്റിനെയാണ് ബിയർ, വിസ്കി തുടങ്ങിയ പാനവസ്തുക്കളാക്കുന്നത്. റെക്റ്റിഫൈഡ് സ്പിരിറ്റിൽ കൂടിയ തോതിൽ ബെൻസീൻ (Benzene) കലർത്തി ആംശികസ്വേദനം നടത്തുമ്പോൾ 100% എഥനോൾ ലഭിക്കുന്നു. 100% എഥനോൾ ആണ് 'അബ്സൊല്യൂട്ട് ആൽക്കഹോൾ' (absolute alcohol) എന്ന് വിളിയ്ക്കപ്പെടുന്നത്. 100% എഥനോളിന്റെ തിളനില കൃത്യമായി 78.3°C ആണ്. പക്ഷെ നേരിയ തോതിൽ ബെൻസീൻ കലർന്നിരിയ്ക്കാമെന്നതിനാൽ ഇതൊരിക്കലും അകത്തേക്ക് കഴിക്കാൻ (മദ്യം, മരുന്ന്) ഉപയോഗിക്കാറില്ല. ബെൻസീൻ ഒരു അർബുദകാരി (carcinogenic) ആണെന്നതു തന്നെ കാരണം.

ഗ്ലിസറോളുപയോഗിച്ച് ജലാംശം നീക്കം ചെയ്തുകൊണ്ടും (desiccation - ജലാപഹരണം) അബ്സൊല്യൂട്ട് ആൽക്കഹോൾ നിർമിയ്ക്കാം.



ഈ രീതിയിൽ ബെൻസീനോ മറ്റ് കലർപ്പുകളോ ഇല്ലാത്ത എഥനോൾ ലഭിക്കുന്നു. സ്പെക്ട്രോസ്കോപ്പിയിലും മറ്റും ലായകമായി ഉപയോഗിക്കുന്ന ഈ അതിശുദ്ധ എഥനോളിനെ 'സ്പെക്ട്രോസ്കോപ്പിക്ക് ആൽക്കഹോൾ' എന്ന് പറയുന്നു.

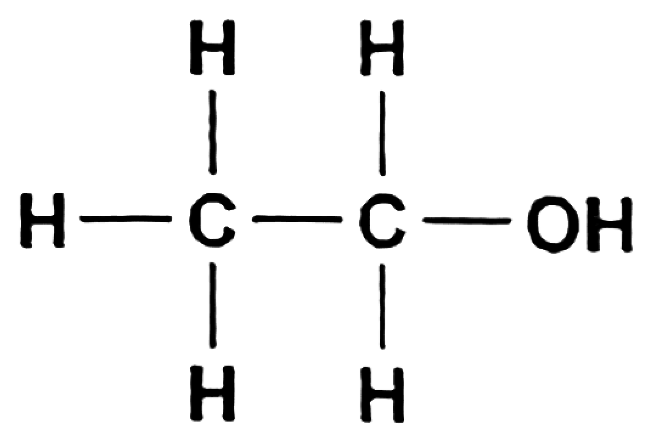
വ്യാവസായിക ആവശ്യങ്ങൾക്ക് തയ്യാറാക്കുന്ന എഥനോൾ, ദുരുപയോഗം ചെയ്യാതിരിക്കാൻ അതിൽ മറ്റ് വസ്തുക്കൾ ചേർത്ത് ഭക്ഷ്യയോഗ്യമല്ലാതാക്കാറുണ്ട്. ഇതിനെ ഡീനാച്ചറിംഗ് (denaturing) എന്നും ഇങ്ങനെ കിട്ടുന്ന മിശ്രിതത്തെ 'ഡീനാച്ചേർഡ് സ്പിരിറ്റ്' എന്നും പറയുന്നു. കയ്പുളവാക്കുന്ന 'ഡിനാറ്റോണിയം ബെൻസോയേറ്റ് (denatonium benzoate), വിഷവസ്തുക്കളായ പിരിഡിൻ, നാഫ്ത്ത, മെഥനോൾ എന്നിവയെല്ലാം ഇങ്ങനെ ഡീനാച്ചറിംഗിന് ഉപയോഗിക്കാറുണ്ട്. മെഥനോൾ ചേർത്ത് ഡീനാച്ചർ ചെയ്താൽ അതിനെ 'മെഥിലേററഡ് സ്പിരിറ്റ്' എന്നു പറയുന്നു. നമ്മുടെ നാട്ടിൽ മദ്യദുരന്തങ്ങളുണ്ടാക്കുന്നത് 'മെഥിലേറ്റഡ് സ്പിരിറ്റ്' ആണ്. മെഥനോൾ അബദ്ധത്തിൽ കലർന്നതോ കൂടുതൽ വീര്യം കിട്ടാനായി അളവുനോക്കാതെ ചേർത്തതോ ആകാം.

ആൽക്കഹോളിന്റെയും പെട്രോളിന്റെയും മിശ്രിതമാണ് 'പവർ ആൽക്കഹോൾ' (power alcohol). ഇതിൽ 80% പെട്രോൾ ആണ്. പെട്രോളും എഥനോളും തമ്മിൽ അത്ര എളുപ്പത്തിൽ മിശ്രണം ചെയ്യില്ലെന്നതിനാൽ രണ്ടിനെയും ലയിപ്പിക്കാൻ കഴിവുള്ള മൂന്നാമതൊരു ലായകം ഉപയോഗിച്ചാണ് ഇത് തയ്യാറാക്കുന്നത്. ബെൻസീൻ, ഈഥർ, ടെട്രാഹൈഡ്രോനാഫ്തലിൻ - ഇവയിലേതെങ്കിലുമാണ് ഇടനിലക്കാരനായി പ്രവർത്തിക്കുന്നത്. ഇത്ര പണിപ്പെട്ട് മിശ്രണം ചെയ്യുന്നതെന്തുകൊണ്ടെന്നോ? ഇത് കാര്യക്ഷമതയുള്ള ഒരു വാഹന ഇന്ധനമാണെന്നതുകൊണ്ടുതന്നെ.

7

എഥനോൾ – ഇന്ധനവും ബന്ധനവും

ചരിത്രാതീതകാലം മുതലേ നിർമിക്കപ്പെടുകയും ഉപയോഗിക്കപ്പെടുകയും ചെയ്തിരുന്നുവെങ്കിലും 12-ാം നൂറ്റാണ്ടിലെ ആൽക്കെമിസ്റ്റുകളാണ് എഥനോളിന്റെ ഉൽപാദനം ആദ്യമായി രേഖപ്പെടുത്തിയിട്ടുള്ളത്. നൂറ്റാണ്ടുകൾക്കിപ്പുറം 1796-ൽ ജോഹാൻ ടോബിയാസ് ലൊവിറ്റ്സ് (Johann Tobias Lowitz) എന്ന ശാസ്ത്രജ്ഞനാണ് ശുദ്ധമായ ആൽക്കഹോൾ എന്ന സുപ്രധാന വഴിത്തിരിവിലെത്തുന്നത്. ആൽക്കഹോൾ-ജല മിശ്രിതത്തെ ചൂടാക്കിയ ചാർകോളിലൂടെ (acticvated charcoal) അരിച്ചെടുത്താണ് ലൊവിറ്റ്സ് ശുദ്ധീകരണം നടത്തിയത്. വിഖ്യാതനായ ലാവോസിയറാണ് എഥനോൾ കാർബൺ, ഹൈഡ്രജൻ, ഓക്സിജൻ എന്നിവയടങ്ങിയ സംയുക്തമാണെന്ന് കണ്ടെത്തുന്നത്. അതിനുമിപ്പുറം 1808-ൽ നിക്കോളാസ്-തിയോഡർ ഡി സാസൂർ (Nicolas-Theodore de Saussure) എന്ന നീളൻ പേരുള്ള ശാസ്ത്രജ്ഞനാണ് എഥനോളിന്റെ കുഞ്ഞു രാസസൂത്രം രൂപപ്പെടുത്തുന്നത് - C_2H_5OH. അതുകൊണ്ടായില്ലല്ലോ. ഒടുവിൽ അമ്പതു കൊല്ലങ്ങൾകൂടി കഴിഞ്ഞിട്ടാണ് ഈ C_2H_5OH ന്റെ യഥാർഥ ഘടന വെളിവാകുന്നത്. ആർച്ചിബാൾഡ് സ്കോട്ട് കൂപ്പർ

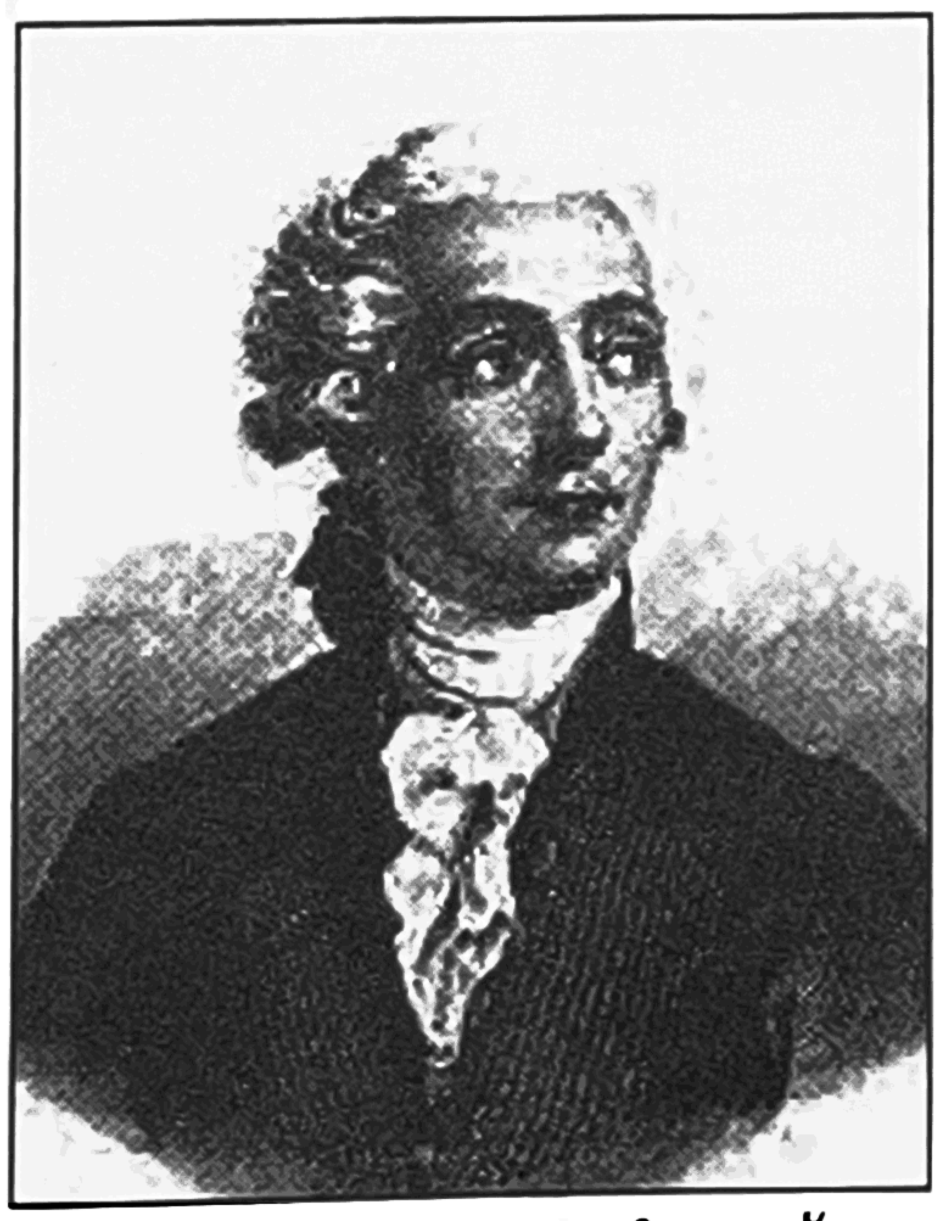
$CH_3 - CH_2 - OH \equiv$ 

(Archibald scott Couper) എന്ന ശാസ്ത്രജ്ഞനാണ് ആ ഘടനാവാക്യത്തിന്റെ ക്രെഡിറ്റ്. രസതന്ത്രത്തിന് ഏറ്റവുമാദ്യം വെളിപ്പെട്ട ഘടനാരഹസ്യങ്ങളിൽ ഒന്നാണ് എഥനോളിന്റേത് എന്നത് ഈ നേട്ടത്തിന്റെ പ്രാധാന്യം വർധിപ്പിക്കുന്നു. ആ ഘടന ഇങ്ങനെയാണ്;

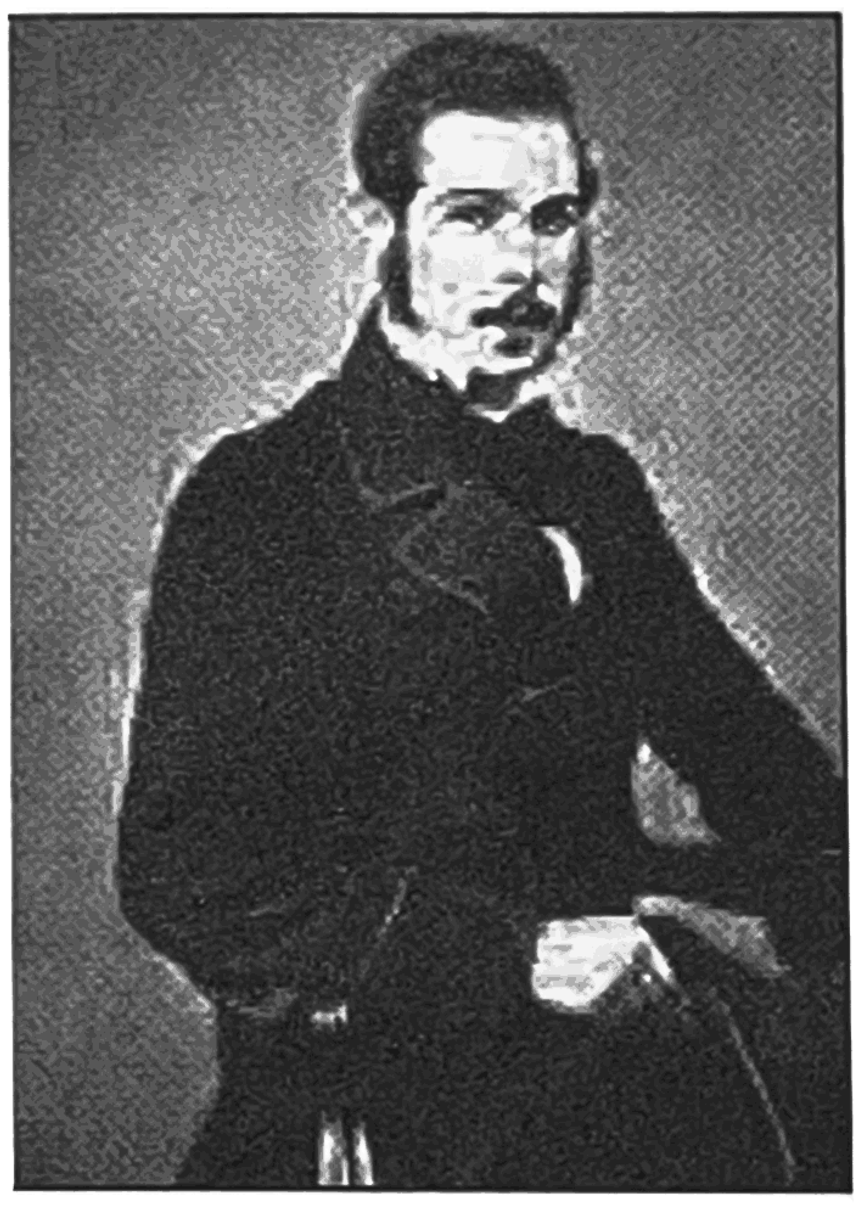
CH_3 - CH_3 ആണ് ഈഥേൻ എന്ന ഹൈഡ്രോകാർബൺ. ഇതിൽ ഏതെങ്കിലും ഒരു കാർബണിലെ ഒരു ഹൈഡ്രജന് പകരം -OH (ഹൈഡ്രോക്സിൽ) ഗ്രൂപ്പ് വരുന്നു. അപ്പോൾ ഈഥേൻ എന്ന പേര് എഥനോൾ എന്നാകുന്നു. പുതുതായി വരുന്ന ഈ ഹൈഡ്രോക്സിൽ ഗ്രൂപ്പാണ് എഥനോളിന്റെ എല്ലാ 'ഐശ്വര്യ'ത്തിനും കാരണം (ചില നവവധുക്കളുടെയൊക്കെ വരവുപോലെ). ഈഥേൻ ഒരു വാതകമാണ്. എഥനോളോ ഉയർന്ന തിളനിലയുള്ള (76-78^{0}C) ഒരു ദ്രാവകവും. എഥനോളിന്റെ അതേ രാസസൂത്രമുള്ള മറ്റൊരു സംയുക്തമുണ്ട് - ഡൈ മീഥൈൽ ഈഥർ. ഡൈ മീഥൈൽ ഈഥറിന്റെ രാസസൂത്രവും C_2H_5OH എന്നു തന്നെയാണെങ്കിലും അതിന്റെ ഘടന വേറെയാണ്.

CH_3- O - CH_3 എന്ന ഈ ഘടനയിൽ -OH ഗ്രൂപ്പില്ല. ഇതും സാധാരണ ഊഷ്മാവിൽ വാതകമാണ്. കൃത്യമായിപ്പറഞ്ഞാൽ -23^{0}C ൽ തിളയ്ക്കുന്ന സംയുക്തം.

-OH ഗ്രൂപ്പിന്റെ ഈ സവിശേഷതകൾ എഥനോളിന്റെ ഘടന വിശദമാക്കപ്പെട്ടതിലൂടെ തന്നെ വെളിപ്പെട്ടിരുന്നു. -OH ഗ്രൂപ്പിന്റെ സാന്നിധ്യം മൂലം തന്മാത്രകൾക്കിടയിൽ രൂപപ്പെടുന്ന ഹൈഡ്രജൻ ബന്ധനങ്ങളാണ് (Hydrogen bond) എഥനോളിനെ ദ്രാവകമാക്കുന്നത്. ഇലക്ട്രോനെഗറ്റീവ് ആറ്റങ്ങളായ ഓക്സിജൻ, നൈട്രജൻ എന്നിവയോട് ചേർന്ന് ഹൈഡ്രജൻ വരുന്ന ഫങ്ങ്ഷണൽ ഗ്രൂപ്പുകൾ (ഉദാ : -OH, $-NH_2$) ഉള്ള


ജോഹാൻ ടോബിയാസ് ലൊവിറ്റ്സ്

നിക്കോളാസ്-തിയോഡർ ഡി സാസൂർ

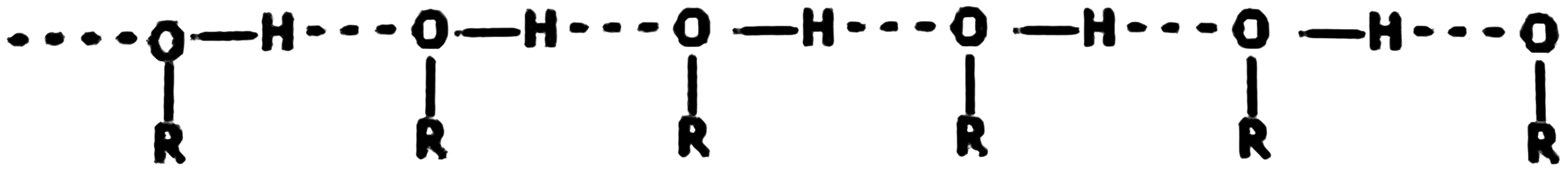

ആർച്ചിബാൾഡ് സ്കോട്ട് കൂപ്പർ

തന്മാത്രകൾക്കിടയ്ക്ക് രൂപപ്പെടുന്ന ശക്തികുറഞ്ഞ ബന്ധനമാണ് ഹൈഡ്രജൻ ബന്ധനം. ഇതൊരു ദ്വിതീയ ബന്ധനമാണ്. ഇവിടുത്തെ പ്രാഥമിക ബന്ധനം ഓക്സിജനും ഹൈഡ്രജനും തമ്മിലുള്ള സഹസംയോജക ബന്ധനം തന്നെയാണ്. ഈ ബന്ധനത്തിൽ ഏർപ്പെട്ടിരിക്കുന്ന ഇലക്ട്രോണുകൾ (ഓർക്കണം - രണ്ട് ഇലക്ട്രോണുകളാണ് സാധാരണ ഒരു രാസബന്ധനം രൂപപ്പെടുത്തുന്നത്. രണ്ടുപേർ ഒപ്പിട്ട കരാർപോലെ) കരാർ പ്രകാരം ഓക്സിജന്റെയും ഹൈഡ്രജന്റെയും ഒത്തമധ്യത്തിൽ നിൽക്കേണ്ടതായിരുന്നു. എന്നാൽ ഇലക്ട്രോനെഗറ്റിവിറ്റി എന്ന 'അനീതി' അതിന്റെ ഗൂഢ പദ്ധതി നടപ്പിലാക്കുന്നു. ഇലക്ട്രോണുകൾ ഇലക്ട്രോനെഗറ്റിവിറ്റി കൂടിയ ഓക്സിജന്റെ അടുത്തേക്ക് കൂടുതൽ ചാഞ്ഞു നിൽക്കുന്നു. ഈ അസമത്വം -OH ഗ്രൂപ്പിൽ ഒരു ധ്രുവീകരണ (Polarization)മുണ്ടാക്കുന്നു. ഇലക്ട്രോണുകളെ പിടിച്ചടക്കിയ ഓക്സിജന് ചെറിയ നെഗറ്റീവ് ചാർജും പിടിവിട്ട ഹൈഡ്രജന് ചെറിയ പോസിറ്റീവ് ചാർജും ലഭിക്കുന്നു. ഈ സംഭവങ്ങളെ എല്ലാംകൂടി ഇങ്ങനെ രേഖപ്പെടുത്താം :

$$R - OH \longrightarrow R - \overset{\delta^-}{O} - \overset{\delta^+}{H}$$

(R= CH3 - CH2,
δ = ഡെൽറ്റ എന്ന ഗ്രീക്ക് അക്ഷരം,
δ^- = ചെറിയ നെഗറ്റീവ്,
δ^+ ചെറിയ പോസിറ്റീവ്)

അനീതിയും അസമത്വവുമാണ് ആളുകളെ അണിചേർക്കുന്നത്. രാസബന്ധനത്തിലെ അസമത്വത്തിനെതിരെ എഥനോൾ തന്മാത്രകൾ കൈകോർക്കുന്നു. ഒരു OH ഗ്രൂപ്പിലെ പോസിറ്റീവ് ചാർജുള്ള ഹൈഡ്രജൻ അടുത്ത തന്മാത്രയുടെ OH ഗ്രൂപ്പിലെ നെഗറ്റീവ് ചാർജുള്ള ഓക്സിജനുമായി ഒരു തരം അയോണിക ബന്ധനം രൂപപ്പെടുത്തുന്നു. ആ ഗ്രൂപ്പിലെ ഹൈഡ്രജൻ അടുത്ത തന്മാത്രയിലെ ഓക്സിജനുമായി; അതിലെ ഹൈഡ്രജൻ അടുത്ത ഓക്സിജനുമായി - അങ്ങനെ ഇത് തന്മാത്രകളെ ഒരു ചരടിൽ കോർത്തെടുക്കുന്നു. ഇതാണ് ഹൈഡ്രജൻ ബന്ധനം.



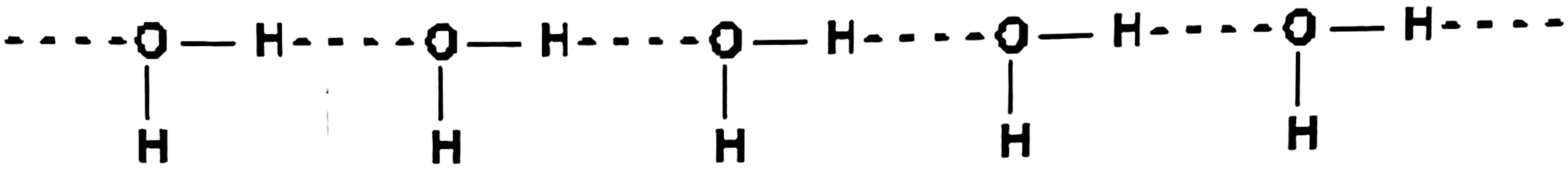
(ചെറിയ വരകൾകൊണ്ട് സൂചിപ്പിച്ചത് ഹൈഡ്രജൻ ബന്ധനം. മറ്റെല്ലാം സഹസംയോജകം)

(അല്ലെങ്കിലേ ആകെ ഒരു ഇലക്ട്രോൺ മാത്രമുള്ള ഒരു ചെറിയ സാധു ആറ്റമാണ് ഹൈഡ്രജൻ. രാസബന്ധനം എന്ന പ്രലോഭനത്തിൽ കുടുക്കി ആ ഇലക്ട്രോണിനെക്കൂടി തട്ടിയെടുക്കാൻ നോക്കിയാലോ - വിട്ടു തരുമോ?) ഈ കോർത്തെടുക്കലിന്റെ ഭാഗമായി തന്മാത്രകൾ അടുത്ത ടുത്ത് വരികയും ബാഷ്പീകരണസ്വഭാവം കുറഞ്ഞ ദ്രാവകമായി മാറുകയും ചെയ്യുന്നു.

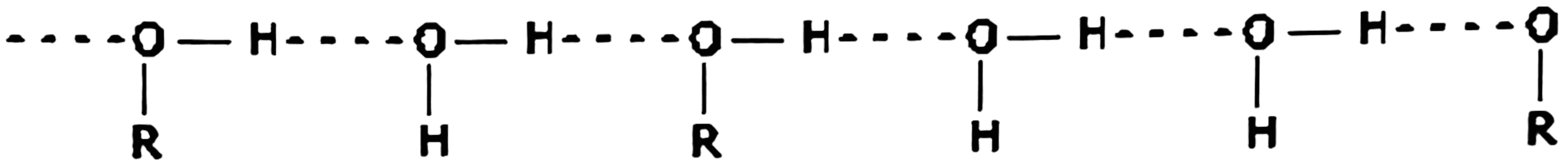
ഇങ്ങനെ വ്യത്യസ്ത തന്മാത്രകൾക്കിടയ്ക്ക് രൂപം കൊള്ളുന്നതിനെ 'ഇന്റർമോളിക്യുലാർ ഹൈഡ്രജൻ ബന്ധനം' (Intermolecular hydrogen bond) എന്നാണ് പറയുന്നത്. ഇങ്ങനെയല്ലാതെ ഒരേ തന്മാത്രയിലെത്തന്നെ വ്യത്യസ്ത ഗ്രൂപ്പുകൾ തമ്മിലും ഹൈഡ്രജൻ ബന്ധനമുണ്ടാവും (Intra-molecular hydrogen bond). വ്യത്യസ്ത ആൽക്കഹോളുകളിൽ വ്യത്യസ്ത അളവിലും രീതിയിലുമാണ് ഹൈഡ്രജൻ ബന്ധങ്ങൾ കാണപ്പെടുന്നത്. മൂന്ന് ഹൈഡ്രോക്സിൽ ഗ്രൂപ്പുകളുള്ള ഗ്ലിസറിൻ (ഗ്ലിസറോൾ) കട്ടി യുള്ള ദ്രാവക (തിളനില -290^0 C)മായിരിക്കുന്നത് വർധിതമായ ഹൈഡ്ര ജൻ ബന്ധനത്താലാണ്. മറ്റ് ജൈവതന്മാത്രകളായ പ്രോട്ടീനുകളുടെയും ന്യൂക്ലികാസിഡുകളുടെയുമെല്ലാം ഘടനയും രാസഭൗതികഗുണങ്ങളും നിർണയിക്കുന്നതിലും ഹൈഡ്രജൻ ബന്ധനത്തിന് വലിയ പങ്കാണുള്ളത്. അത്രയ്ക്കൊന്നും പോകണ്ട. നമ്മുടെ ജലത്തിന്റെ കാര്യം തന്നെ മതി. സുസംഘടിതമായ ഹൈഡ്രജൻ ബന്ധനമാണ് ജലത്തിനെ ദ്രാവകമാക്കി നിലനിർത്തുന്നത്. ഹൈഡ്രജൻ ബന്ധനത്തിന്റെ അഭാവത്തിൽ ജലം പിടിക്കാൻ കിട്ടാത്തൊരു വാതകമായി പറന്നുനടന്നേനെ. ജലത്തിലേക്ക് എഥനോൾ ചേർക്കുമ്പോൾ (തിരിച്ചായാലും) ജലതന്മാത്രകൾക്കിടയി ലേക്ക് എഥനോൾ തന്മാത്രകൾ പ്രവേശിക്കുന്നു. പഴയ ഹൈഡ്രജൻ ബന്ധനങ്ങൾ മുറിയുന്നു; പുതിയവ രൂപപ്പെടുന്നു. ഇങ്ങനെയാണ് ജലവും എഥനോളും തമ്മിൽ ഏതളവിലും മിശ്രണം ചെയ്യപ്പെടുന്നത്.

ഈയൊരു സവിശേഷതയാണ് എഥനോളിന്റെ രസതന്ത്രത്തെ ഏറ്റവും ആകർഷണീയമാക്കുന്നത്. ഇതു തന്നെയാണ് അതിനെ പലപ്പോഴും കുടുക്കുന്നതും. എഥനോൾ ഒരു ഇന്ധനമായി ഉപയോഗിക്കുമ്പോഴൊക്കെ ഇതൊരു അഴിയാക്കുരുക്ക് തന്നെയാകാറുണ്ടത്രെ.

പുകയില്ലാതെ, അത്രതന്നെ വ്യക്തമല്ലാത്ത ഒരു തീജ്വാലയോടുകൂടി യാണ് ആൽക്കഹോൾ കത്തുന്നത്. 1840-ലൊക്കെ അമേരിക്കയിൽ ആൽക്ക ഹോൾ ഉപയോഗിച്ച് വിളക്ക് കത്തിച്ചിരുന്നുവത്രെ. അത്ര ശുദ്ധമല്ലാത്ത ആൽക്കഹോളാണ് ഇതിന് ഉപയോഗിച്ചിരുന്നത്. 1908-ൽ ഫോർഡ് കമ്പനി പുറത്തിറക്കിയ മോഡൽ-ടി വാഹനങ്ങൾ ആൽക്കഹോൾ ഉപയോഗിച്ചും പ്രവർത്തിപ്പിക്കാവുന്ന തരത്തിൽ രൂപകൽപന ചെയ്തതായിരുന്നു.



ജലത്തിലെ ഹൈഡ്രജൻ ബന്ധനം



ജലവും ആൽക്കഹോളും മിശ്രണം ചെയ്യുമ്പോഴുള്ളത്

ഇന്ന് ലോകത്തിന്റെ പലഭാഗത്തും പെട്രോൾ-എഥനോൾ മിശ്രണങ്ങൾ വാഹന ഇന്ധനമായി ഉപയോഗിക്കുന്നുണ്ട്. ബ്രസീലിലും അമേരിക്കയിലുമാണ് ഈ ഉപയോഗം ഏറ്റവും കൂടുതലുള്ളത്. ബ്രസീലിൽ 100%വും എഥനോൾ ഉപയോഗിച്ച് ഓടുന്ന കാറുകളും ഉണ്ടത്രെ. അമേരിക്കയിൽ പക്ഷേ മിശ്രിതത്തിനേ അനുമതിയുള്ളൂ. ബ്രസീലിൽ നമ്മുടെ പെട്രോൾ പമ്പുകൾപോലെ 'എഥനോൾ പമ്പു'കളും ഉണ്ടത്രെ! അന്തരീക്ഷ മലിനീകരണത്തിന്റെ കാര്യത്തിൽ 'എഥനോൾ എണ്ണ' (Ethanol Fuel) പെട്രോളിയം എണ്ണകളേക്കാൾ പിറകിലാണെന്നും മുന്നിലാണെന്നും വാദങ്ങളുണ്ടു താനും. കാര്യക്ഷമത, സാമ്പത്തികലാഭം എന്നീ കാര്യങ്ങളും തർക്കത്തിൽ തന്നെയാണ്. ബ്രസീലാണ് ലോകത്തിൽ ഏറ്റവുമധികം എഥനോൾ ഉൽപാദിപ്പിക്കുന്നത്. അവിടെയാണല്ലോ ഏറ്റവും കൂടുതൽ കരിമ്പുള്ളത്. തൊട്ടുപിറകെ അമേരിക്കയാണ്. അമേരിക്ക ചോളത്തിൽ നിന്നാണ് മുഖ്യമായും എഥനോൾ ഉൽപാദിപ്പിക്കുന്നത്. കസാവച്ചെടികളിൽനിന്ന് (Cassava) എഥനോൾ നിർമിക്കുന്ന രീതി ആഫ്രിക്കയിലും തായ്‌ലന്റിലുമൊക്കെ വ്യാപകമാകുന്നുണ്ട്. ഇത് ലാഭകരമാണെന്നും പറയപ്പെടുന്നു.

സെല്ലുലോസിൽനിന്ന് എഥനോൾ രൂപപ്പെടുത്തുന്ന പ്രക്രിയ അടുത്ത കാലത്താണ് മുന്നോട്ട് വയ്ക്കപ്പെടുന്നത്. 2004-ൽ ക്യാനഡയിലാണ് ഇത്തരമൊരു കേന്ദ്രം പ്രവർത്തിക്കാൻ തുടങ്ങുന്നത്. ഇതിന് വേറെയൊരു ഗുണമുണ്ട്. മാലിന്യങ്ങൾ എന്നുതന്നെ വിളിക്കപ്പെടാവുന്ന വൈക്കോൽ, ഈർച്ചപ്പൊടി, ചോളക്കമ്പ് ഇങ്ങനെ സെല്ലുലോസ് ഉള്ള വസ്തുക്കളെല്ലാം എഥനോൾ ആക്കി മാറ്റാമെന്നതാണ് ആ ഗുണം. അതു മുഴുവൻ കാറോടിച്ച് കത്തിച്ച് കളയുകയാണ് എന്നതാണ് സങ്കടകരം.

തീർന്നില്ല, കൃത്രിമ എഥനോളുമുണ്ട്. പൂർണമായും രാസപ്രവർത്തനം വഴി നിർമിക്കപ്പെടുന്ന എഥനോൾ. എഥിലീനെ ഗാഢ സൾഫ്യൂരിക്കാസി

ഡിന്റെ സാന്നിധ്യത്തിൽ ജലവുമായി പ്രവർത്തിപ്പിച്ചാണ് കൃത്രിമ എഥനോൾ നിർമിക്കുന്നത്. വളരെ ഉയർന്ന ഊഷ്മാവിലും മർദത്തിലും നടക്കുന്ന ഈ രാസപ്രവർത്തനത്തിൽ സാധാരണ ഫോസ്ഫോറിക് ആസിഡിനെ രാസത്വരകമായും ഉപയോഗിച്ചുവരുന്നു.

$$C_2H_4 + H_2O \longrightarrow C_2H_5OH$$

എഥിലിൻ *എഥനോൾ*

എഥിലിൻ കിട്ടുന്നതോ പെട്രോളിയം ഉപോൽപന്നങ്ങളിൽ നിന്നും. ഇങ്ങനെ പല മാർഗങ്ങളിൽ നിർമിച്ചെടുത്താലും ലോകത്തിന്റെ 'എഥനോൾ ആവശ്യം' (Ethanol demand) പൂർത്തീകരിക്കപ്പെടുന്നില്ല എന്നത് മറ്റൊരത്ഭുതമാണ്.

8

ഇൻഡിഗോയുടെ വർണചരിത്രം

ധവളപ്രകാശത്തിന്റെ സ്പെക്ട്രത്തിൽ (VIBGYOR) വയലറ്റിനും (V) നീലയ്ക്കു(B)മിടയിൽ ഒളിച്ചുകളിക്കുന്ന വർണമാണ് ഇൻഡിഗോ (I). കൃത്യമായിപ്പറഞ്ഞാൽ 440 നാനോമീറ്ററിനും 420 നാനോമീറ്ററിനും ഇടയിൽ ഒതുങ്ങിക്കൂടിയ വർണം. വയലറ്റിനും നീലയ്ക്കും ഇടയിൽ കൊണ്ടു വച്ചാൽ മനുഷ്യനേത്രങ്ങൾക്ക് ഇൻഡിഗോയെ തിരിച്ചറിയാനുള്ള കഴിവില്ല. മഴവില്ലിലും വർണരാജിയിലും ഈ രണ്ടാം നീലയെത്തിരിച്ചറിഞ്ഞ് 'ഇൻഡിഗോ' എന്ന പേര് വിളിച്ചത് സർ ഐസക്ന്യൂട്ടനാണ്. അക്കാലത്തെ (എക്കാലത്തെയും) വസ്ത്രവ്യവസായരംഗത്ത് ഏറ്റവും പ്രധാനപ്പെട്ടതും പ്രിയപ്പെട്ടതുമായ ആ കടുംനീലച്ചായത്തിന്റെ പേര് അതേപടി സ്വീകരിക്കുകയായിരുന്നു ന്യൂട്ടൻ.

ആദിമകാലം മുതലേ മനുഷ്യന്റെ അടിസ്ഥാന ആവശ്യങ്ങൾ ഭക്ഷണം, പാർപ്പിടം, വസ്ത്രം എന്നിവ തന്നെയായിരുന്നു. ഇവയെ നമുക്ക് വിശപ്പും ദാഹവുമകറ്റാനുള്ളത്, ശത്രുക്കളെ അകറ്റാനുള്ളത്, ചൂടും തണുപ്പുമകറ്റാനുള്ളത് എന്നിങ്ങനെ യഥാക്രമം വിപുലപ്പെടുത്താം. ഇവയിൽ, ചൂടും തണുപ്പുമകറ്റാനുള്ള കവചം എന്നതിൽ നിന്ന് ഒരു സാംസ്കാരിക അടയാളം തന്നെയായി ഏറ്റവുമാദ്യം രൂപമാറ്റം സംഭവിച്ചത് വസ്ത്രത്തിനായിരിക്കും. ആമയ്ക്കെന്നപോലെയോ, കരടിക്കെന്നപോലെയോ, മുള്ളൻ പന്നിക്കെന്ന പോലെയോ ഒരു പുറംതോടും നൽകാത്ത, ഒരു രക്ഷാപരിചയും ഒരുക്കിവയ്ക്കാത്ത അനീതിയോടുള്ള പ്രതിഷേധസൂചകം തന്നെയായിരുന്നു മനുഷ്യന്റെ ഉടുത്തുകെട്ടലുകൾ. മരത്തൊലിയും മാൻതോലും

പിന്നിട്ട്, പരുത്തിയും പട്ടും കമ്പിളിയും കടന്ന് അഗ്നിസ്പർശമേൽക്കാത്ത, വെടിയുണ്ട തുളയ്ക്കാത്ത മാന്ത്രികവസ്ത്രങ്ങളിൽ ചെന്നെത്തിനിൽക്കുന്ന ആ പ്രതിഷേധയാത്രയ്ക്കിടയിൽ സ്രഷ്ടാവിനെത്തന്നെ തുണിയുടുപ്പിച്ചുവെന്നതാണ് അവന്റെ വൈരുധ്യങ്ങളുടെ വിജയം. രാജാവ് തുണിയുടുത്തിട്ടില്ലെന്ന് വിളിച്ചുപറയാൻ ചങ്കൂറ്റമുള്ള കുട്ടിക്കാലം, അതേ രാജാവ് കൊടുത്തുവിട്ട സമ്മാനക്കുപ്പായത്തിൽ സ്വയം നഷ്ടപ്പെടുത്തുന്നുവെന്നതാണ് പൊറുക്കാനാവാത്ത പരാജയം.

എന്തുകൊണ്ട് മാനിനെപ്പോലെ വസ്ത്രത്തിൽ വർണപ്പുള്ളികളായിക്കൂടാ? മയിലിനെപ്പോലെ വർണപ്പീലികൾ കൊണ്ട് ഉടുപ്പ് നിർമിക്കാമോ? സീബ്രയെപ്പോലെ ഇടവിട്ട വെളുപ്പും കറുപ്പും തുണികളിലും വരയ്ക്കാമോ? മഞ്ഞക്കിളിയുടെ നിറം മഴ കൊണ്ടാൽ കലങ്ങിപ്പോകുമോ? വെയിലുകൊണ്ടാൽ ഇലയെപ്പോലെ വാടിപ്പോകുമോ? ഇത്തരം അന്വേഷണങ്ങളാണ് മനുഷ്യനെ ചായങ്ങളുടെ രസതന്ത്രത്തിൽ കൊണ്ടെത്തിച്ചത്. പലപല ഭൂപ്രദേശങ്ങളുടെയും ജനവിഭാഗങ്ങളുടെയും ഗതിവിഗതികളെ നിയന്ത്രിച്ച ചായംമുക്കൽ വ്യവസായമായി (dyeing industry) വളർന്നതും ഇതേ ശാസ്ത്രാന്വേഷണമാണ്.

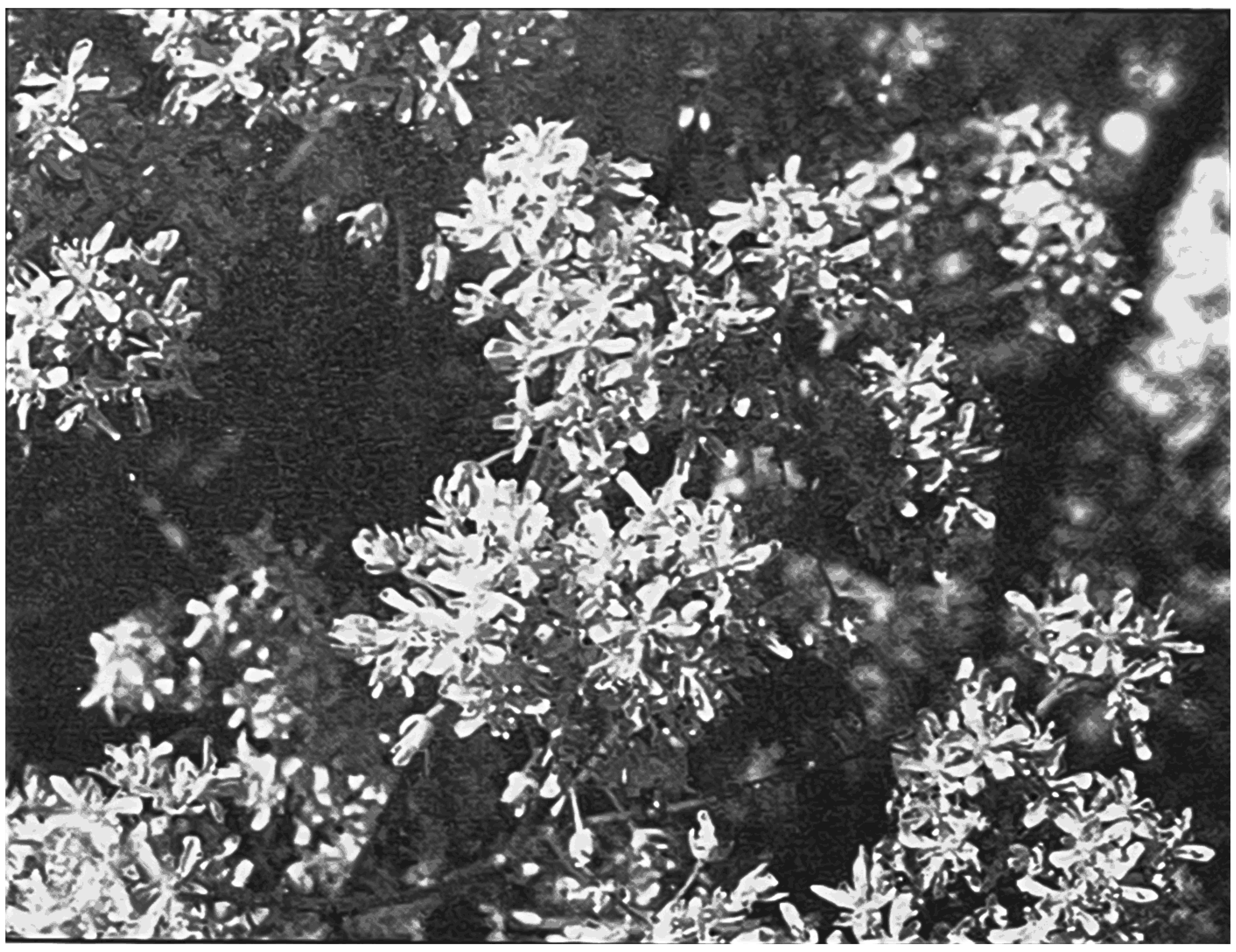
ആദ്യകാലത്ത് തുണിയെന്നാൽ മുഖ്യമായും പരുത്തിത്തുണി തന്നെയായിരുന്നു. കമ്പിളിയും പട്ടും തൊട്ടുപിറകിൽത്തന്നെയുണ്ടായിരുന്നു. ചായങ്ങളെന്നാൽ പ്രകൃതിദത്ത ചായങ്ങൾ മാത്രമായിരുന്നു. ധാതുലവണങ്ങൾ, അവയുടെ ചേരുവകൾ, സസ്യങ്ങളിൽ നിന്നും ചെറുജീവികളിൽ നിന്നും വേർതിരിച്ചെടുക്കുന്ന വർണവസ്തുക്കൾ - ഇങ്ങനെ ചായങ്ങളുടെ വൈവിധ്യം ചെറുതായിരുന്നു. അവയിൽ മുഖ്യമായൊരു സസ്യജന്യചായമായിരുന്നു ഇൻഡിഗോ. കടുംനീല നിറമുള്ള ഇൻഡിഗോ പരുത്തിത്തുണികളിലാണ് പ്രധാനമായും ഉപയോഗിച്ചിരുന്നത്.

ഇൻഡിഗോഫെറ ടിങ്ക്ചോറിയ (Indigofera tinctoria) എന്ന് ശാസ്ത്രനാമമുള്ള നീല അമരിയിൽ നിന്നാണ് കൂടുതലായും ഇൻഡിഗോയെ വേർതിരിച്ചെടുക്കുന്നത്. ഇന്ത്യയിൽ ഉത്ഭവിച്ചുണ്ടായ ഈ ചെടി അറബികൾ വഴി മധ്യപൗരസ്ത്യദേശത്തും ഗ്രീസിലും യൂറോപ്പിലുമൊക്കെ വ്യാപിക്കുകയായിരുന്നു. ചൈനയിലും ജപ്പാനിലുമൊക്കെ അതിനുമെത്രയോ മുൻപേ ആ വിത്തുകൾ പാറിവീണിരുന്നു. എങ്കിലും വ്യാവസായികമായി ഇന്ത്യയിലാണ് ഇൻഡിഗോചായം ഏറ്റവും കൂടുതൽ ഉൽപാദിപ്പിക്കപ്പെട്ടിരുന്നത്. സിന്ധുനദീതടസംസ്കാരകാലം തൊട്ടേ സസ്യജന്യചായങ്ങൾ ഇന്ത്യയിൽ വിപുലമായി ഉപയോഗിച്ചിരുന്നു. അക്കാലത്തേ ഇൻഡിഗോ എന്ന നീലച്ചായം പ്രചാരത്തിലിരുന്നുവോ എന്നറിയില്ല. വെനീഷ്യൻ സഞ്ചാരിയായ മാർക്കോപോളോയാണ് ഈ ചായത്തിനെപ്പറ്റിയുള്ള

നീലഅമരി (ഇൻഡിഗോഫെറ ടിങ്ക്ചോറിയ)

ആദ്യസൂചന നൽകുന്നത്; അതും 1298-ൽ. വേറെ എവിടെയുമല്ല മാർക്കോപോളോ നീലച്ചെടിയെ കണ്ടെത്തിയത്; നമ്മുടെ കേരളത്തിലെ കൊല്ലം എന്ന 'ഇല്ലംവേണ്ടാ' നാട്ടിലായിരുന്നു. പക്ഷെ വൻതോതിലുള്ള ഇൻഡിഗോ കൃഷി ആരംഭിച്ചത് കണ്ണെത്താത്ത ഉത്തരേന്ത്യൻ സമതലങ്ങളിലായിരുന്നു. 16-ാം നൂറ്റാണ്ടിൽ ബ്രിട്ടീഷ് ഈസ്റ്റിന്ത്യാകമ്പനി ഇൻഡിഗോ പാടങ്ങളിലും നുഴഞ്ഞുകയറി. 1777-ൽ ഈസ്റ്റിന്ത്യാകമ്പനിയുടെ ആദ്യത്തെ 'ഇൻഡിഗോ തോട്ടം' (Indigo plantation) നിലവിൽ വന്നു. കൽക്കട്ടയിൽ കേന്ദ്രീകരിച്ചിരുന്ന കമ്പനി തൊട്ടടുത്തുള്ള ബീഹാറിനെയായിരുന്നു നീലവയലാക്കി മാറ്റിയത്. കരിമ്പും ചോളവുമൊക്കെ കൃഷി ചെയ്തിരുന്ന വയലുകളിൽ നീലച്ചെടി തഴച്ചുവളർന്നതോടെ നാട്ടിൽ പട്ടിണി പടർന്നുപിടിച്ചു. കർഷകരിൽ നിന്നും തുച്ഛമായ വേതനത്തിന് പിടിച്ചുപറിക്കുന്ന നീലച്ചായം വൻവിലയ്ക്കാണ് യൂറോപ്യൻ വിപണിയിൽ മറിച്ച് വിൽക്കപ്പെട്ടിരുന്നത്.

ഐസാറ്റിസ് ടിങ്ക്ചോറിയ (Isatis tinctoria) എന്ന് ശാസ്ത്രനാമമുള്ള 'വോഡ്' (Woad) എന്ന സസ്യത്തിൽ നിന്നും ഇൻഡിഗോ വേർതിരിച്ചെടുക്കാം. ഇതായിരുന്നു അക്കാലത്ത് യൂറോപ്പിലും മറ്റും ഉപയോഗിച്ചിരുന്ന നീലച്ചായം. എന്നാൽ 'വോഡി'ൽ നിന്നും കിട്ടുന്നതിന്റെ 30 മടങ്ങ് ഇൻഡിഗോ ഇന്ത്യൻ സസ്യത്തിൽ നിന്ന് വേർതിരിച്ചെടുക്കാമെന്നത് യൂറോപ്യൻ ഇൻഡിഗോയെ കാര്യമായി ബാധിച്ചു. ഇന്ത്യൻ ചായം വിപണി കീഴടക്കി. ഈസ്റ്റിന്ത്യാകമ്പനി വൻലാഭം കൊയ്തു. പക്ഷെ ഇന്ത്യയിലെ നീലം കർഷകരുടെ സ്ഥിതി അതിദയനീയമായിരുന്നു. ബീഹാറിലെ 'ചമ്പാരൻ' എന്ന പ്രദേശം ആദ്യ



വോഡ് (ഐസാറ്റിസ് ടിങ്ക്ചോറിയ)

കാലം മുതലേ ഈ ലാഭക്കൃഷിയുടെ ദാരുണരംഗമായിരുന്നു. ജനക രാജാവിന്റെ ദേശമായിരുന്ന ചമ്പാരൻ മാന്തോപ്പുകളുടെ നാടായിരുന്നു വത്രെ. പിന്നീട് ഇവിടം നീലം കൃഷി വ്യാപകമാവുകയായിരുന്നു. ചമ്പാര നിലെ കൃഷിക്കാരൻ നിയമപരമായിത്തന്നെ നീലം കൃഷി ചെയ്യാൻ ബാധ്യസ്ഥനാവുന്ന തരത്തിലായിരുന്നു വിപണിയുടെ ആസൂത്രണം. ചൂഷണത്തിന്റെ പാരമ്യത്തിൽ ദാരിദ്ര്യവും രോഗവും ചമ്പാരനെ ഞെരിച്ചമർത്തുകയായിരുന്നു.

ചമ്പാരനിലെ കർഷകരുടെ ദാരുണതയ്ക്ക് മറ്റാരുമല്ല രാഷ്ട്രപിതാവ് മഹാത്മാഗാന്ധി തന്നെയാണ് സാക്ഷി. 1917-ൽ അദ്ദേഹം അവിടം സന്ദർ ശിക്കുമ്പോൾ അത്യന്തം മലിനവും ദയനീയവുമായ അവസ്ഥയിലായി രുന്നു നീലംകർഷകർ. അവരുടെ അവകാശങ്ങൾക്ക് വേണ്ടിയായിരുന്നു ഗാന്ധിജിയുടെ ഇന്ത്യയിലെ ആദ്യത്തെ സത്യഗ്രഹം. ഗാന്ധിജിയുടെ ഇന്ത്യയിലെ പ്രവർത്തനങ്ങൾക്ക് തുടക്കംകുറിക്കുന്നത് വാസ്തവത്തിൽ ചമ്പാരനിൽ നിന്നും ഇൻഡിഗോയിൽ നിന്നുമൊക്കെയാണെന്ന് പറയാം. തന്റെ ആത്മകഥയിലെ ചമ്പാരനെക്കുറിച്ചുള്ള അധ്യായത്തിന് അദ്ദേഹം നൽകിയ തലക്കെട്ട് "നീലത്തിന്റെ കറ" എന്നാണ്. ആത്മകഥയിൽ അദ്ദേഹം എഴുതുന്നു : "നീലപ്പാക്കറ്റുകൾ ഞാൻ കണ്ടിരുന്നു. എന്നാൽ അത് ആയിരക്കണക്കിന് കൃഷിക്കാരെ വലിയ കഷ്ടപ്പാടുകൾക്കിര യാക്കിക്കൊണ്ട് ചമ്പാരനിൽ കൃഷി ചെയ്തുണ്ടാക്കുന്നതാണെന്ന് ഞാൻ സ്വപ്നേപി വിചാരിച്ചില്ല."

ലോകമെങ്ങും നീലം കൃഷിക്കാരുടെയും ചായംമുക്കലുകാരുടെയും സ്ഥിതി ഏറെ മലിനമായിരുന്നു എന്നുതന്നെ വേണം പറയാൻ. നീല ത്തിന്റെ കറ മാത്രമല്ല, ചായം വേർതിരിച്ചെടുക്കാനും തുണിയിൽ ചേർക്കാനു മൊക്കെ ഉപയോഗിച്ചിരുന്ന രാസവസ്തുക്കളുടെ ദൂഷ്യഫലങ്ങളും ഗുരുതര മായ ആരോഗ്യപ്രശ്നങ്ങളാണ് സൃഷ്ടിച്ചിരുന്നത്. ഒന്നരമീറ്റർ വരെ ഉയര ത്തിൽ ശാഖോപശാഖകളോടു കൂടി വളരുന്ന കുറ്റിച്ചെടിയാണ് നീല അമരി. ഇതിന്റെ ഇലകൾ നീലകലർന്ന പച്ചനിറത്തോടുകൂടിയതും പൂക്കൾ ഇളംചുവപ്പ് അല്ലെങ്കിൽ മഞ്ഞകലർന്ന തവിട്ടുനിറമുള്ളതോ ആയിരിക്കും. ഈ ചെടിയെ സമൂലം ചതച്ച് വെള്ളത്തിലിട്ട് തിളപ്പിച്ച് വാറ്റിയാണ് ഇൻഡിഗോ വേർതിരിക്കുന്നത്. ചിലപ്പോൾ ഇലകൾ മാത്രം ശേഖരിച്ചും ഈ പ്രക്രിയ നടത്താറുണ്ട്. വലിയൊരു ടാങ്കാണ് ഇതിനുവേണ്ടി ഉപയോഗി ക്കുന്നത്. ഈ പ്രക്രിയയുടെ ആദ്യഘട്ടം ഒരുതരം പുളിപ്പിക്കൽ (fermenta-tion) തന്നെയാണ്. ബാക്ടീരിയയുടെ സാന്നിധ്യത്തിൽ നടക്കുന്ന ഈ ഘട്ടം 10 മുതൽ 15 മണിക്കൂർ വരെ നീളുന്നു. ഫെർമന്റേഷൻ നടക്കുന്നതിന്റെ ലക്ഷണമായ കുമിളകൾ ടാങ്കിന്റെ ഉപരിതലത്തിൽ നിരന്നുനിൽക്കും.

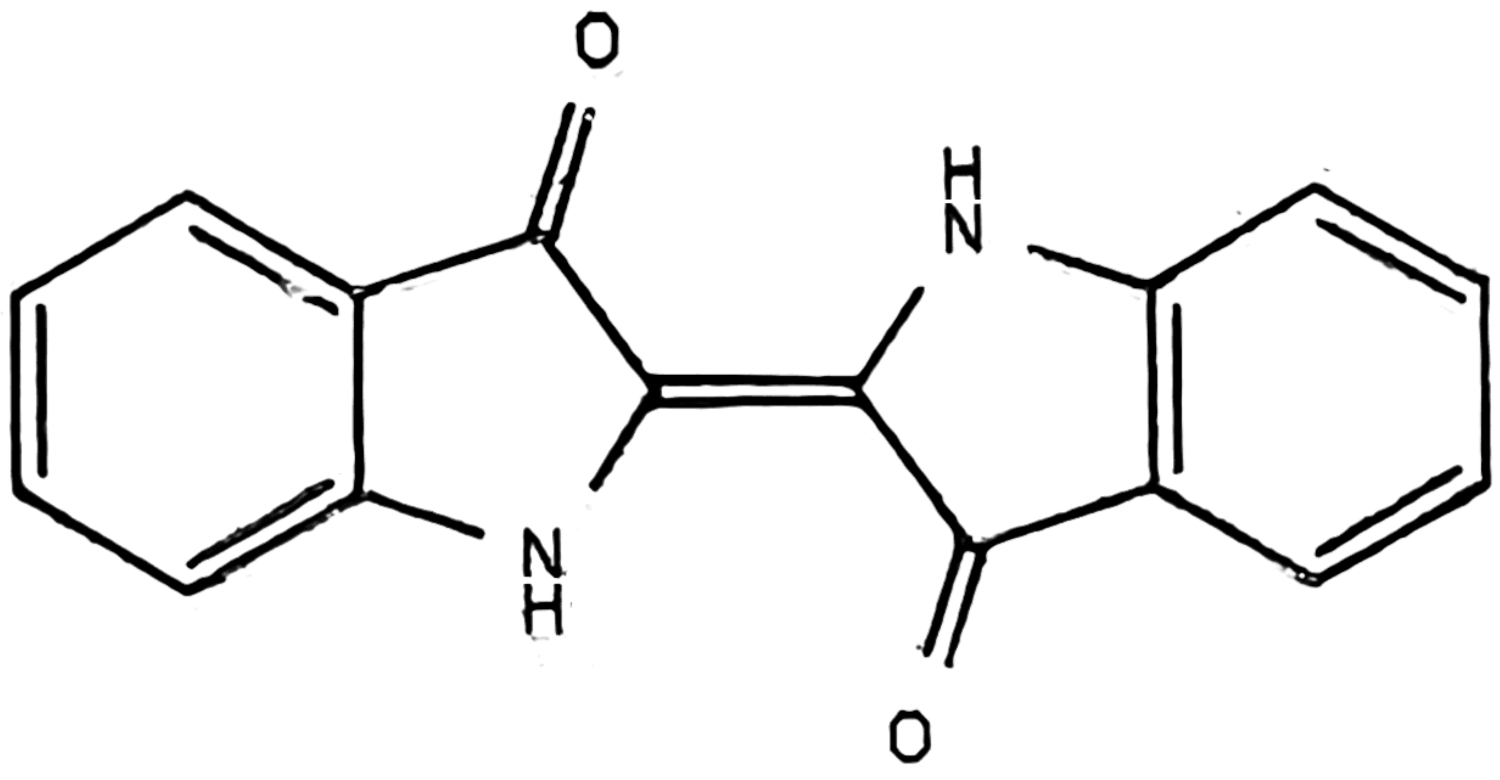
ഫെർമെന്റേഷൻ പൂർത്തിയായാൽ ഉടൻതന്നെ ഈ മിശ്രിതത്തെ മറ്റൊരു ടാങ്കിലേക്ക് മാറ്റേണ്ടതുണ്ട്. പലപ്പോഴും ഈ രാസമിശ്രിതത്തെ അപകട കരമാംവിധം രുചിച്ചുനോക്കിയാണ് (മധുരമുണ്ടോ എന്നുതന്നെ) ഫെർമെ ന്റേഷൻ പൂർത്തിയായതായി തൊഴിലാളികൾ മനസ്സിലാക്കിയിരുന്നത്. ഇൻഡോക്സിൽ (Indoxyl) എന്ന സംയുക്തമാണ് ഒന്നാംഘട്ടത്തിൽ ലഭിക്കുന്ന ഉൽപന്നമെങ്കിൽ, രണ്ടാംഘട്ടത്തിൽ അതായത് രണ്ടാമത്തെ ടാങ്കിൽ ഇൻഡോക്സിലിന്റെ ഓക്സീകരണമാണ് നടക്കുന്നത്. മണി ക്കൂറുകളോളം നീണ്ടുനിൽക്കുന്ന ഈ പ്രവർത്തനം അന്തരീക്ഷത്തിലെ ഓക്സിജന്റെ സഹായത്തിലാണ് നടക്കുന്നത്. ഓക്സീകരണം കാര്യക്ഷമ മാക്കുന്നതിന് രാസമിശ്രിതത്തെ നിർത്താതെ അതിവേഗത്തിൽ ഇളക്കി ക്കൊണ്ടിരിക്കേണ്ടതുണ്ട്. രാസപ്രവർത്തനം നടക്കുന്ന ടാങ്കിൽ നേരിട്ടി റങ്ങി നിന്നാണ് പഴയ തൊഴിലാളികൾ ഇത് സാധിച്ചിരുന്നത്. മണിക്കൂറു കൾ നീണ്ട ഈ ഘട്ടത്തിനൊടുവിൽ ‘നീലക്കട്ടകൾ’ (blue cakes) ടാങ്കിൽ അടിയുന്നു. തുടർന്ന് ടാങ്കിലെ വെള്ളം ഒഴുക്കികളയുകയും ഇൻഡി ഗോയെ അരിച്ചെടുക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. ഇതൊരു പഴംകഥയാണെങ്കിലും ആദ്യകാലത്ത് ഏതാണ്ടെല്ലാ പ്രദേശങ്ങളിലും ഏറെ അപകടകരവും സാഹസികവുമായിട്ടായിരുന്നു ഇൻഡിഗോ വേർതിരിച്ചെടുത്തിരുന്നത്.

കടുംനീലനിറത്തിലുള്ള പരലുകളാണ് ഇൻഡിഗോയുടേത്. അസറ്റിക് ആസിഡിൽ ലയിപ്പിച്ചാണ് ഈ പരലുകളെ ശുദ്ധീകരിച്ചിരുന്നത്. $392^{o}C$ൽ ഉരുകുന്ന ഈ പരലുകൾ വെള്ളത്തിൽ ഒട്ടുംതന്നെ ലയിക്കില്ല. ആൽ ക്കഹോളിലും ലയിക്കില്ല. ക്ലോറോഫോം, നൈട്രോബെൻസീൻ, ഗാഢ സൾഫ്യൂറിക് ആസിഡ് എന്നിവയാണ് ഇഷ്ടലായകങ്ങൾ. ഇൻഡിഗോ സൾഫ്യൂരിക് ആസിഡുമായി പ്രവർത്തിച്ച് പച്ച കലർന്ന നീലനിറത്തി ലുള്ള മറ്റൊരു ചായം രൂപപ്പെടുന്നു. സാക്സോൺബ്ളൂ (saxon blue) എന്ന പേരിൽ ഇത് ആദ്യകാലത്ത് വിതരണം ചെയ്യപ്പെട്ടിരുന്നു.

നീലച്ചെടിയിലുള്ള രാസപദാർഥം ഇൻഡികാൻ (Indican) ആണെന്ന് പിന്നീടാണ് കണ്ടുപിടിക്കപ്പെട്ടത്. ഇത് നിറമില്ലാത്തതും ജലത്തിൽ ലയി ക്കുന്നതുമാണ്. ഫെർമെന്റേഷനിൽ ഇൻഡികാൻ ഇൻഡോക്സിൻ ആകുന്നു. പിന്നീട് ഇൻഡോക്സിലിന്റെ ഓക്സീകരണം നടന്ന് ജലത്തിൽ ലയിക്കാത്ത ഇൻഡിഗോ രൂപപ്പെടുന്നു.

ഇൻഡികാൻ --(ഫെർമെന്റേഷൻ)--> ഇൻഡോക്സിൽ
(Water Soluble)

ഇൻഡോക്സിൽ --(ഓക്സീകരണം)--> ഇൻഡിഗോ
(Water insoluble)



indigo

തുണികളിൽ ഉപയോഗിക്കുന്ന ചായത്തിന് അവശ്യം വേണ്ട ഗുണമാണ് ജലത്തിൽ ലയിക്കായ്ക. അലക്കുമ്പോൾ കലങ്ങിപ്പോകരുതല്ലോ. ആ ഗുണമാണ് ഇൻഡിഗോയെ മുഖ്യധാരയിലെത്തിച്ചത്. പക്ഷെ ചായംമുക്കലുകാരെ സംബന്ധിച്ച് ഇതൊരു വെല്ലുവിളിയായിരുന്നു. ചായത്തിനെ എന്തിലെങ്കിലും കലക്കിയിട്ടു വേണ്ടേ തുണിയിൽ മുക്കിപ്പിടിപ്പിക്കാൻ. വെള്ളത്തിലും ആൽക്കഹോളിലും ലയിക്കാത്ത ഇൻഡിഗോയെ ക്ലോറോഫോമിൽ കലക്കുകയല്ല അന്ന് ചെയ്തത്. അവർ ഇൻഡിഗോയെ ചെറിയൊരു രാസമാറ്റത്തിന് വിധേയമാക്കി; ഒരു ചെറിയ നിരോക്സീകരണം (Reduction). അപ്പോൾ ഇൻഡിഗോ ജലത്തിൽ ലയിക്കുന്ന രൂപത്തിലേക്ക് മാറുന്നു. ജലത്തിൽ ലയിച്ച് പച്ച-മഞ്ഞ ലായനിയുണ്ടാക്കുന്ന പുതിയ രാസരൂപത്തിനെ ഇൻഡിഗോ വൈറ്റ് (Indigo white), ലൂക്കോ ഇൻഡിഗോ (Leuco Indigo) എന്നൊക്കെയാണ് വിളിക്കുന്നത്. ഈ ലായനിയിൽ തുണിമുക്കുന്നു. പിന്നീട് തുണി ഉണക്കാനിടുന്നു. നല്ല വായുസഞ്ചാരമുള്ളിടത്താണ് ഉണങ്ങൽ. വായു (ഓക്സിജൻ തന്നെ) ഇൻഡിഗോവൈറ്റിനെ ഓക്സീകരണം നടത്തി ഇൻഡിഗോയാക്കി മാറ്റുമ്പോൾ തുണിയുടെ നിറം കടുംനീല.

$$\text{ഇൻഡിഗോ} \xrightarrow{\text{നിരോക്സീകരണം}} \text{ഇൻഡിഗോ വൈറ്റ്}$$

$$\text{ഇൻഡിഗോ വൈറ്റ്} \xrightarrow{\text{ഓക്സീകരണം}} \text{ഇൻഡിഗോ}$$

ഇതിൽ ആദ്യഘട്ടത്തിലെ നിരോക്സീകരണത്തിന് യൂറിയ ആണ് ഉപയോഗിക്കുന്നത്. വോളർ (Wholer) യൂറിയ നിർമിക്കുന്നതിന് മുൻപ് പഴകിയ മൂത്രം (stale urine) ആയിരുന്നു ഇതിനായി ഉപയോഗിച്ചിരുന്നത് എന്ന് കേട്ടറിയുമ്പോഴാണ് ഒരു ചായം എന്ത് മാത്രം ദാരുണമായ വഴികളിലാണ് മനുഷ്യനെ കൊണ്ടുനടത്തിയിരുന്നത് എന്ന് നാമാലോചിക്കുക. ചായം കലക്കാനും മുക്കാനും ഉപയോഗിച്ചിരുന്നത് വാറ്റ് (Vat) എന്ന് വിളിയ്ക്കപ്പെടുന്ന വലിയ തൊട്ടികളാണ്. അതിനാൽ ഇൻഡിഗോ വാറ്റ് ചായങ്ങളുടെ (vat dye) ഗണത്തിൽപ്പെടുന്ന മറ്റൊരു വാറ്റ്ചായമാണ്.

$C_{16}H_{10}N_2O_2$എന്ന, തന്മാത്രാവാക്യത്തിനുടമയായ ഇൻഡിഗോയുടേത് അതിസങ്കീർണമെങ്കിലും ഓർക്കാൻ എളുപ്പമുള്ള ഘടനയാണ്. പക്ഷെ ജർമൻ രസതന്ത്രജ്ഞനായ വോൺ ബേയറിന് (Von Baeyer) നീണ്ട 18 വർഷം വേണ്ടിവന്നു ഇൻഡിഗോയുടെ ഘടന രൂപപ്പെടുത്തിയെടുക്കാൻ. അതിനുമിപ്പുറം, 35 വർഷങ്ങൾക്കിപ്പുറം 1928-ൽ എക്സ്റേ പഠനങ്ങൾക്കും ശേഷമാണ് ഈ ഘടനാപഠനം പൂർണമായത്. പക്ഷെ ഇതിനിടയിൽ ബേയർ കൃത്രിമമായി ഇൻഡിഗോ നിർമിക്കുന്ന വഴികൾ രൂപപ്പെടുത്തി. ഓർത്തോനൈട്രോബെൻസാൽഡിഹൈഡിനെ അസറ്റോണിൽ ലയിപ്പിച്ച് സോഡിയം ഹൈഡ്രോക്സൈഡ് ചേർത്ത് ചൂടാക്കുന്ന ഈ പ്രക്രിയ സാധാരണ ലബോറട്ടറികളിൽപോലും നടത്താവുന്നതാണ്. മിനുട്ടുകൾക്കുള്ളിൽ ഇൻഡിഗോ തയ്യാർ. ഓർത്തോ നൈട്രോബെൻസാൽഡിഹൈഡിന് വിലക്കൂടുതലായതിനാൽ ഈ രീതിക്ക് ചെലവൽപം കൂടുതലാണെന്ന് മാത്രം. 1925-ഓട് കൂടി ചെലവുകുറഞ്ഞ മറ്റൊരു മാർഗം ആവിഷ്കരിക്കപ്പെട്ടു. ഹ്യൂമാൻ (Heumann) എന്ന സ്വിസ് രസതന്ത്രജ്ഞനാണ് ഈ വഴിയുടെ നേതൃത്വം. ഇതിൽ അനിലിൻ, ഫോർമാൽഡിഹൈഡ്, ഹൈഡ്രജൻ സയനൈഡ് എന്നീ വിലക്കൂടുതലില്ലാത്ത വസ്തുക്കളാണ് അഭികാരകങ്ങൾ. 17 വർഷവും 18 മില്യൻ പഴയ ജർമൻമാർക്കും ചെലവഴിച്ചാണ് ഈ മാർഗത്തിൽ വ്യവസായശാസ്ത്രം എത്തിച്ചേർന്നത്. കൃത്രിമ ഇൻഡിഗോയുടെ വരവോടെ നീലംകൃഷി മെല്ലെമെല്ലെ പിൻവാങ്ങിത്തുടങ്ങുകയും ചെയ്തു.

പരുത്തിക്ക് ചായം കൊടുക്കാനാണ് ഇൻഡിഗോ മുഖ്യമായും ഉപയോഗിക്കപ്പെടുന്നത്. അത്ര വ്യാപകമല്ലാതെ സിൽക്കിലും കമ്പിളിയിലും ഇത് ഉപയോഗിക്കപ്പെടാറുണ്ട്. പ്രാചീനകാലത്തെ യുദ്ധരംഗങ്ങളിൽ പടയാളികൾ മുഖത്ത് നീലച്ചായം തേച്ച് ഭീകരത സൃഷ്ടിച്ചിരുന്നുവത്രെ. ഈ നീലച്ചായം ഇൻഡിഗോ ആയിരിക്കണം. ആദ്യകാലത്ത് പരുക്കൻ യൂണിഫോമുകളിലാണ് ഇൻഡിഗോ ഉപയോഗിച്ചിരുന്നത്. സ്വർണഖനികളിലെ തൊഴിലാളികൾക്ക് വേണ്ടി ലെവി സ്ട്രാസ്സ് (LeviStrauss) കമ്പനി നിർമിച്ചിരുന്ന ഡെനിം എന്ന (Denim) കാലുറകളിലാണ് ഇൻഡിഗോയുടെ ആദ്യ ഉപയോഗം. ഇതാണ് പിൽക്കാലത്ത് ഡെനിം ജീൻസ് ആകുന്നത്. രണ്ടാം ലോകമഹായുദ്ധത്തോടെ സൈനികവേഷങ്ങളിലും ഇൻഡിഗോ പ്രധാന ചായമായി. സൈനികവേഷത്തിന് പൊതുലോകത്ത് ലഭിച്ച ആദരവ്, പെട്ടെന്ന് വ്യാപകമായ ജീൻസ് തരംഗം എന്നിവ ഇൻഡിഗോയുടെ ഉപയോഗം ക്രമാതീതമായി വർധിപ്പിച്ചു. ഒരുകാലത്ത് രാജകീയമെന്നും വിശുദ്ധമെന്നും കരുതപ്പെട്ടിരുന്ന വർണം അങ്ങനെ തെരുവിലിറങ്ങി. ഇന്ന് ലോകത്ത് ഉൽപാദിപ്പിക്കപ്പെടുന്ന ഇൻഡിഗോ (കൃത്രിമ ചായം)യുടെ

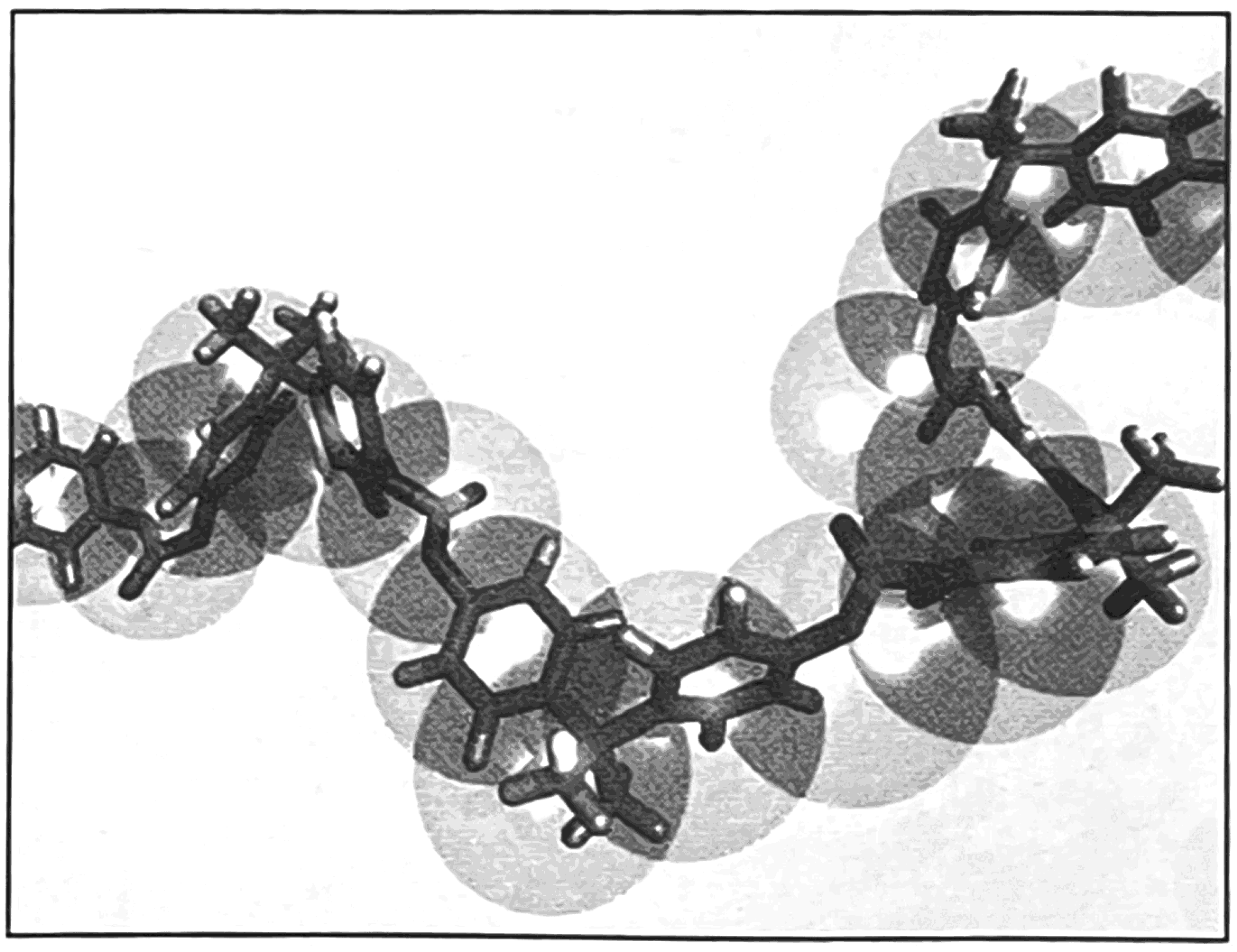
ഭൂരിഭാഗവും ജീൻസിന് നിറം കൊടുക്കാനാണ് ഉപയോഗിക്കപ്പെടുന്നത്. അടുത്ത കാലത്തായി പ്രകൃതിജന്യചായത്തോടുള്ള താൽപര്യം ശാസ്ത്ര ലോകത്തിൽ തിരിച്ചെത്തിയിട്ടുണ്ട്. കൃത്രിമോൽപാദനം സൃഷ്ടിക്കുന്ന ആരോഗ്യ-മാലിന്യപ്രശ്നങ്ങളാണിതിന് കാരണം. അങ്ങനെ കർണാടക ത്തിൽ ചിലയിടങ്ങളിൽ വീണ്ടും ഇൻഡിഗോകൃഷി തുടങ്ങിയിട്ടുണ്ടെന്ന് കേൾക്കുന്നു.

ഇൻഡസ്‌വാലി (സിന്ധുനദീതടം)യിൽ നിന്ന് വന്നത് എന്ന അർഥ ത്തിലാണ് ഇൻഡിഗോയ്ക്ക് ആ പേര് ലഭിച്ചത്. പഴയ പഞ്ചതന്ത്രത്തിൽ ഒരു കുറുക്കനുണ്ട്. പട്ടികളിൽ നിന്ന് രക്ഷപ്പെടാൻ ശ്രമിക്കുന്നതിനി ടയിൽ നീലപ്പാത്രത്തിൽ വീണ കുറുക്കൻ ആകെ നീലിച്ചുപോയി. അവന്റെ നിറം പിന്നെ നീലയായിത്തന്നെ തുടർന്നു. ആ അത്ഭുത ക്കുറുക്കനെ കാട്ടിലുള്ളവർ രാജാവുമാക്കി. അവൻ വീണത് ഇൻഡി ഗോയുടെ ടാങ്കിലായിരുന്നു അല്ലേ?

9

ബേക്കലൈറ്റ് – പ്ലാസ്റ്റിക്കുകളുടെ യുഗപ്പിറവി

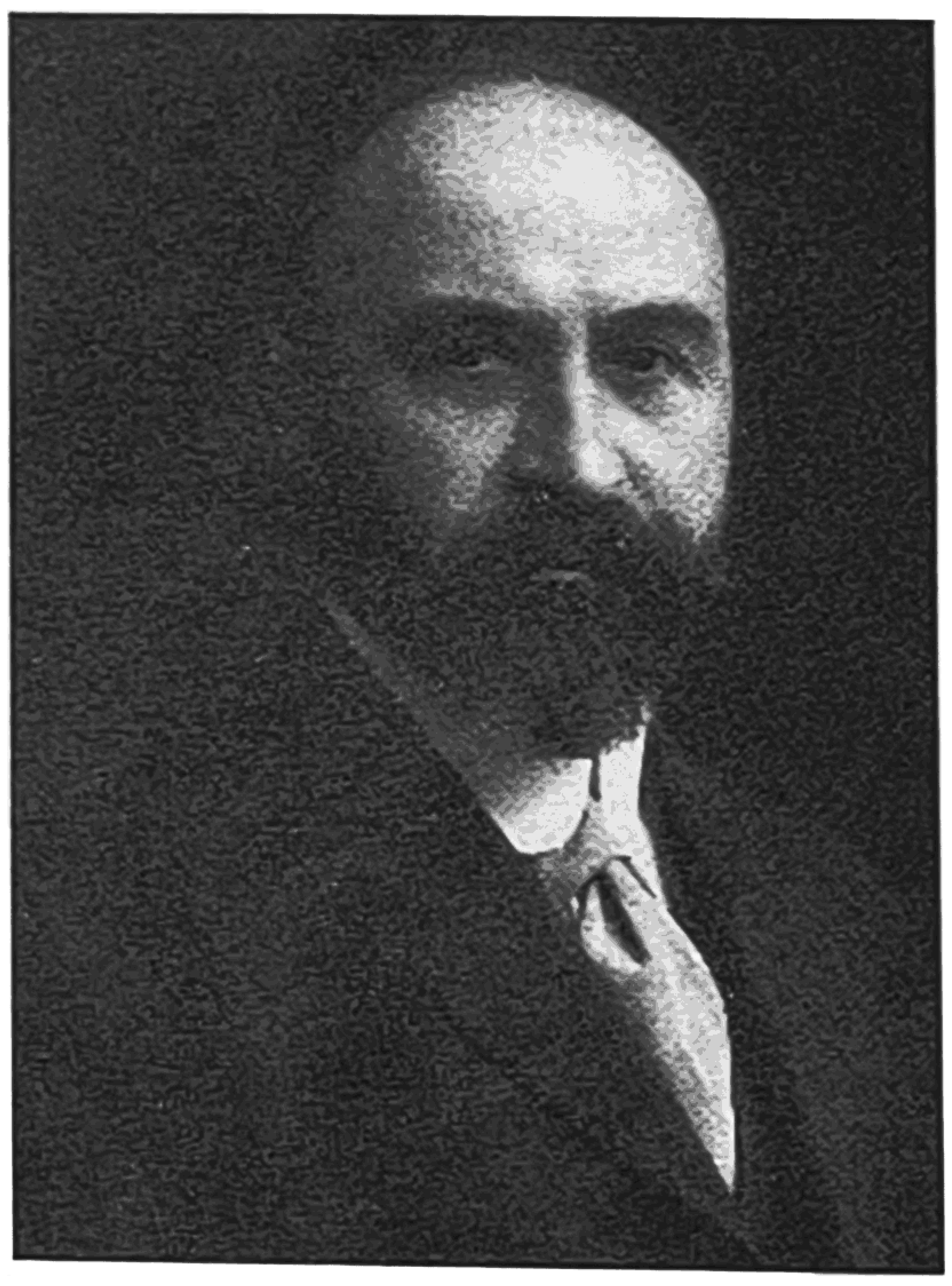
പരീക്ഷണശാലകളിൽ സുലഭമായ രണ്ടു സംയുക്തങ്ങൾ - ഫീനോളും (C_6H_5OH), ഫോർമാൽഡിഹൈഡും (HCHO), രണ്ടും കുറച്ച് കുറച്ച് ഒരു ടെസ്റ്റ്ട്യൂബിലോ ബീക്കറിലോ എടുത്ത് ആസിഡിന്റെയോ ആൽക്കലിയുടെയോ സാന്നിധ്യത്തിൽ ചൂടാക്കുന്നു. രാസപ്രവർത്തനം നടന്ന് പുതിയൊരു തന്മാത്രയുണ്ടാകുന്നു. എന്തെങ്കിലും തന്മാത്രയല്ല, ഒരു പോളിമർ തന്മാത്രതന്നെ. ആ പുതിയ തന്മാത്ര ലോകത്തിലെ ആദ്യത്തെ കൃത്രിമ പോളിമർ ആകുക; ആദ്യത്തെ കൃത്രിമ പ്ലാസ്റ്റിക്ക് ആകുക. ഈ രാസപ്രവർത്തനം നടത്തിയ ശാസ്ത്രജ്ഞൻ 'പ്ലാസ്റ്റിക്കുകളുടെ പിതാവ്' (the father of plastics) എന്നറിയപ്പെടുക. പ്രസ്തുത പ്ലാസ്റ്റിക്ക് നിർമാണച്ചെലവ് കൊണ്ടും ഉപയോഗവൈവിധ്യം കൊണ്ടും ഒരു പുതിയ ജീവിത സാധ്യത തന്നെ രൂപപ്പെടുത്തുക - ഇതാണ് ബേക്കലൈറ്റ് (Bakelite) എന്ന പോളിമറിന്റെ ചരിത്രം; ബേക്കലൈറ്റിനെ തന്റെ സ്വന്തം താമസസ്ഥലത്തോട് ചേർന്ന പരീക്ഷണശാലയിൽ സൃഷ്ടിച്ചെടുത്ത ലിയോ ബേക്ക്‌ലാൻഡ് (Leo Backeland) എന്ന ശാസ്ത്രജ്ഞന്റെ



ഹെർമാൻ സ്റ്റോഡിംഗർ

ചരിത്രവും.

മനുഷ്യൻ ആദ്യമേ പരിചയിച്ച രണ്ട് പോളിമറുകളാണ് സെല്ലുലോസും പ്രകൃതിജന്യ റബ്ബറും. ഈ ഭീമൻ തന്മാത്രകൾക്ക് പോളിമർ എന്ന പേര് നൽകുന്നത് 1833-ൽ ബെഴ്സിലിയസ് (Berzelius) ആണ്. പോളിമർ എന്നാൽ ബഹുതന്മാത്ര എന്ന് തന്നെ (poly = അനവധി, mer = ഭാഗങ്ങൾ, ചെറിയ ഘടകങ്ങൾ). ഈ പേരിടൽ മാത്രമാണ് ബേഴ്സിലിയസ് പോളിമർ സയൻസിന് സംഭാവന ചെയ്തിട്ടുള്ളത്. സെല്ലുലോസിൽ രാസമാറ്റം വരുത്തി സെല്ലുലോസ് അസറ്റേറ്റും സെല്ലുലോയിഡും (celluloid) നിർമിച്ചെടുത്തതും, പ്രകൃതിജന്യ റബ്ബറിൽ സൾഫർ പോലുള്ള പദാർഥങ്ങൾ ചേർത്ത് കാഠിന്യം വർധിപ്പിക്കാമെന്ന് തിരിച്ചറിഞ്ഞതുമൊക്കെ വേറെ ചിലരാണ്. നീണ്ട കാലയളവിനുശേഷം 1922-ൽ ഹെർമാൻ സ്റ്റോഡിംഗർ (Hermann Staudinger) ആണ് പോളിമറുകളുടെ ഘടനയിലേക്ക് വെളിച്ചം വീശുന്നത്. പോളിമർ കണികകൾ തന്മാത്രകളുടെ ഒരു കൂട്ടം (association) അല്ലെന്നും ചെറിയ തന്മാത്രകൾ രാസബന്ധനം വഴി കൂടിച്ചേർന്നുണ്ടാകുന്ന ഭീമൻ തന്മാത്രയാണെന്നും വിശദമാക്കിയത് സ്റ്റോഡിംഗർ ആണ്. സ്റ്റോഡിംഗറിന്റെ കണ്ടെത്തലുകൾക്ക് അംഗീകാരവും പ്രചാരവും ലഭിക്കുന്നത് 1953-ലെ നൊബേൽ പുരസ്കാരലബ്ധിയോടെയാണ്. ഏതാണ്ട് ഈ കാലഘട്ടത്തിൽ തന്നെയാണ് W.H.കാരോതേഴ്സ് (W.H.Carothers), പി.ജെ.ഫ്ളോറി (P.J.Flory) എന്നീ ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ പോളിമറൈസേഷനെ (പോളിമർ രൂപപ്പെടുന്ന രാസക്രിയ) കുറിച്ചുള്ള പഠനങ്ങൾ അവതരിപ്പിക്കുന്നത്. ഇവരുടെയൊന്നും സഹായമില്ലാതെ 1907-ൽ തന്നെ പോളിമറുകളുടെയും പ്ലാസ്റ്റിക്കുകളുടെയും മേഖലയിൽ വൻ വിപ്ലവം സാധ്യമാക്കിയ എടുത്തുചാട്ടക്കാരനാണ് ബേക്ക്ലാൻഡ്.



ലിയോ ബേക്ക്ലാൻഡ്

ബെൽജിയത്തിലെ ജെന്റ് എന്ന നഗരത്തിൽ, 1863-ൽ ഒരു ചെരിപ്പുകുത്തിയുടെയും വീട്ടുവേലക്കാരിയുടെയും മകനായാണ് ബേക്ക്ലാൻഡ് ജനിച്ചത്. തന്റെ പേരിന് 'ദീപസ്തംഭങ്ങളുടെ (Light house) നാട് (Land of Beacons) എന്നാണ് അർഥമെന്ന് അദ്ദേഹം

പറയുമായിരുന്നത്രെ. നഗരത്തിലെ ടെക്നിക്കൽ സ്കൂളിൽനിന്ന് ബിരുദമെടുത്ത് സ്കോളർഷിപ്പോടെ യൂണിവേഴ്സിറ്റിയിലെത്തി പിഎച്ച്.ഡിയോടെ പുറത്തിറങ്ങുമ്പോൾ ബേക്ക്ലാൻഡിന് 21 വയസ്സേ ആയിരുന്നുള്ളൂ. തുടർന്ന് അധ്യാപകനായി മാറിയ ബേക്ക്ലാൻഡ് ഇരുപത്താറാം വയസ്സിൽ യൂണിവേഴ്സിറ്റിയിലെ അസോസിയേറ്റ് പ്രൊഫസറായി നിയമിക്കപ്പെട്ടു. വകുപ്പധ്യക്ഷന്റെ പുത്രിയെ വിവാഹം ചെയ്തു. മധുവിധു ആഘോഷിക്കാൻ അമേരിക്കയിലെത്തിയ മണവാളൻ, പക്ഷെ അവിടത്തെ രാസവ്യവസായസാധ്യതകളിൽ ആകൃഷ്ടനായി, പിന്നെ തിരിച്ചുപോയില്ല.

അമേരിക്കയിൽ രാസവ്യവസായവുമായി ബന്ധപ്പെട്ട ഗവേഷണങ്ങളിൽ മുഴുകിയ ബേക്ക്ലാൻഡ് ആദ്യം ചെന്നെത്തിയത് ഫോട്ടോഗ്രാഫിക് പദാർഥങ്ങളിലാണ്. തുടർന്ന് അദ്ദേഹം സവിശേഷമായൊരു ഫോട്ടോഗ്രാഫിക് പേപ്പർ തന്നെ രൂപപ്പെടുത്തിയെടുത്തു. 'വെലക്സ്' എന്നുപേരിട്ട ഈ പേപ്പർ സൂര്യപ്രകാശത്തിനു പകരം കൃത്രിമവെളിച്ചത്തിൽ തന്നെ ഡെവലപ് ചെയ്യാൻ കഴിയുന്നതായിരുന്നു. 1899-ൽ കൊഡാക് കമ്പനി (Kodak)യുടെ ഉടമയായ ജോർജ് ഈസ്റ്റ്മാൻ ഈ കണ്ടുപിടിത്തത്തെ പൊന്നും വില കൊടുത്ത് സ്വന്തമാക്കി. പെട്ടെന്ന് കുറെ പണം കൈവന്നപ്പോൾ ബേക്ക്ലാൻഡ് ന്യൂയോർക്കിൽത്തന്നെ വലിയൊരു വീട് വാങ്ങി. എല്ലാ സൗകര്യങ്ങളോടും കൂടിയൊരു പരീക്ഷണശാല തൊട്ടടുത്തുതന്നെ കെട്ടിപ്പടുക്കുകയും ചെയ്തു.

ഈ പരീക്ഷണശാലയിലും വ്യവസായവുമായി ബന്ധപ്പെട്ട ഗവേഷണങ്ങൾക്കായിരുന്നു അദ്ദേഹം പ്രാധാന്യം കൊടുത്തുത്. ഷെല്ലക്കിന് (Shellac - കോലരക്ക്) പകരം ഉപയോഗിക്കാൻ പറ്റുന്നൊരു പദാർഥം രൂപപ്പെടുത്തുക, റബ്ബറിന് പകരം ആസ്ബറ്റോസിൽ ചേർക്കാൻ പറ്റുന്ന പദാർഥം കണ്ടെത്തുക ഇങ്ങനെ പലതായിരുന്നു ഗവേഷണലക്ഷ്യങ്ങൾ. പലപല രാസപ്രവർത്തനങ്ങളിലൂടെ കറങ്ങിത്തിരിഞ്ഞ് അദ്ദേഹം ഫീനോളും ഫോർമാൽഡിഹൈഡും തമ്മിലുള്ള സംഗ്രഹണ രാസപ്രവർത്തനത്തിൽ (Condensation reaction) ചെന്നെത്തി. ഇത്തരമൊരു സാധ്യത നൊബേൽ സമ്മാനിതനായ അഡോൾഫ് ബേയർ (Adolf Baeyer) 1872-ലേ ചൂണ്ടിക്കാട്ടിയിരുന്നെങ്കിലും പിന്നീട് ആ വഴി സഞ്ചരിക്കുന്നത് ബേക്ക്ലാൻഡ് ആയിരുന്നു. ഈ ഉദ്യമത്തിൽ ബേക്ക്ലാൻഡ് വിജയിക്കുകയായിരുന്നു. ഒറ്റയടിയ്ക്കല്ല, ഘട്ടംഘട്ടമായി.

ആദ്യം അദ്ദേഹത്തിന് ലഭിച്ചത് പശ പോലൊരു പദാർഥമാണ്. പോളിമറൈസേഷൻ പൂർത്തിയാകാത്ത, തന്മാത്രാഭാരം കുറഞ്ഞ ഇത്തരം പോളിമർ രൂപങ്ങളെ 'റെസിനുകൾ' (Resin) എന്നാണ് വിളിക്കുക. (റെക്സിൻ

അല്ല). ഇവിടത്തെ റെസിന് 'നോവലാക്' (Novalak) (പുതിയ അരക്ക് എന്ന് അർഥം) എന്ന് പേർ വിളിച്ചു. പല ലായകങ്ങളിലും ലയിക്കുന്ന സ്വഭാവ മുണ്ടായിരുന്ന നോവലാകിന് പക്ഷെ വിപണിയിൽ ചോടുറപ്പിക്കാനായില്ല. ഫീനോളിന്റെയും ഫോർമാൽഡിഹൈഡിന്റെയും അളവുകൾ മാറ്റിയും, ഊഷ്മാവിലും മർദത്തിലും വ്യത്യാസം വരുത്തിയും ബേക്ക്ലാൻഡ് ഗവേഷണം തുടർന്നു. അതിനൊടുവിലാണ് അദ്ദേഹം വേണ്ടത്ര കാഠിന്യ മുള്ളതും ഉപയോഗപ്രദവുമായ ആ സ്വപ്നപദാർഥത്തിൽ ചെന്നെ ത്തുന്നത്. ആ യാഥാർഥ്യമാണ് ബേക്കലൈറ്റ്.

1909-ൽ ബേക്ക്ലാൻഡ് തന്റെ പുതിയ സംയുക്തത്തിന് പേറ്റന്റ് നേ യെടുത്തു. ഉൽപാദനത്തിന്റെ ഊഷ്മാവിനും മർദത്തിനും വരെ പേറ്റന്റ് നേടിയ അദ്ദേഹം 1910-ൽ തന്നെ ജനറൽ ബേക്കലൈറ്റ് കമ്പനി എന്ന സ്ഥാപനം തുടങ്ങി. തുടർന്ന് മറ്റ് രണ്ട് രാസവ്യവസായശാലകൾ ഈ കമ്പനിയിൽ ലയിച്ചു. വിപണിയിൽ പെട്ടെന്ന് ഹിറ്റായ ബേക്കലൈറ്റിന്റെ ഉൽപാദനം കമ്പനിയെ വളർത്തി. സാമ്പത്തികപ്രതിസന്ധിയുടെ കാല മായിരുന്നിട്ട് കൂടി വൻ വിറ്റുവരവും ലാഭവുമുണ്ടായി. കളിപ്പാട്ടങ്ങൾ മുതൽ അടുക്കളസാമഗ്രികളിൽ വരെ, റേഡിയോ മുതൽ മെഷീൻഗണ്ണിൽ വരെ ബേക്കലൈറ്റിന്റെ സാന്നിധ്യം പതിഞ്ഞു. കുറഞ്ഞ ഉൽപാദനച്ചെ ലവ് - അതിനാൽ കുറഞ്ഞ വില, കാഠിന്യം, താപപ്രതിരോധം, വിവിധ വർണങ്ങളിൽ ആകർഷണീയമായി രൂപപ്പെടുത്താവുന്നത്, വിദ്യുത്പ്രതി രോധം, പരിസരമലിനീകരണം കുറഞ്ഞത്, ലോഹങ്ങളേക്കാൾ കനം കുറ ഞ്ഞതും നിലനിൽപ് കൂടിയതും - അങ്ങനെ ബേക്കലൈറ്റ് ഒരു പുതിയ ജീവിതം തന്നെ രൂപപ്പെടുത്തി. കൃത്രിമപ്ലാസ്റ്റിക്കുകളുടെ യുഗം ബേക്ക ലൈറ്റിൽ നിന്നാണ് തുടങ്ങുന്നത്. 'എല്ലാ നിത്യോപയോഗ സാധനങ്ങ ളുടെയും കനം കുറഞ്ഞ യുഗം' എന്ന് പത്രങ്ങൾ വിശേഷിപ്പിച്ചു. അമേരി ക്കയിൽ ഇലക്ട്രിക്കൽ വ്യവസായത്തിന് തുടക്കം കുറിച്ച കാലമായിരുന്നു. ഉയർന്ന താപപ്രതിരോധവും അതേസമയം വിദ്യുത്പ്രതിരോധവുമുള്ള ഒരു പദാർഥത്തെ വ്യവസായരംഗം കാത്തിരിക്കുകയായിരുന്നു. ബേക്ക ലൈറ്റിന് അവിടെയും വൻസ്വീകരണമാണ് കിട്ടിയത്. അതുപോലെ ത്തന്നെ റേഡിയോ വ്യാപകമാകുന്ന കാലമായിരുന്നു. റേഡിയോയുടെ പലഭാഗങ്ങളും ബേക്കലൈറ്റ് കീഴടക്കി. ആഭരണപ്പെട്ടികൾ, ക്ലോക്കു കൾ, മേശവിരിപ്പുകൾ, ടെലിഫോണുകൾ, അടുക്കളപ്പാത്രങ്ങൾ, ചെസ് കരുക്കൾ, കാറിന്റെ മുൻഭാഗത്തെ മീറ്ററുകൾ, സ്വിച്ച്ബോർഡുകൾ, ബില്യാർഡ്സ് പന്തുകൾ - അങ്ങനെ നൂറായിരം ഉപയോഗങ്ങൾ. അതിനിട യിൽ ബേക്കലൈറ്റ് ആഭരണങ്ങൾ വന്നു - വളകൾ, മോതിരങ്ങൾ, കാതി നുള്ള റിംഗുകൾ, മുത്തുകൾ - അങ്ങനെ രണ്ടാംലോകമഹായുദ്ധത്തോടെ

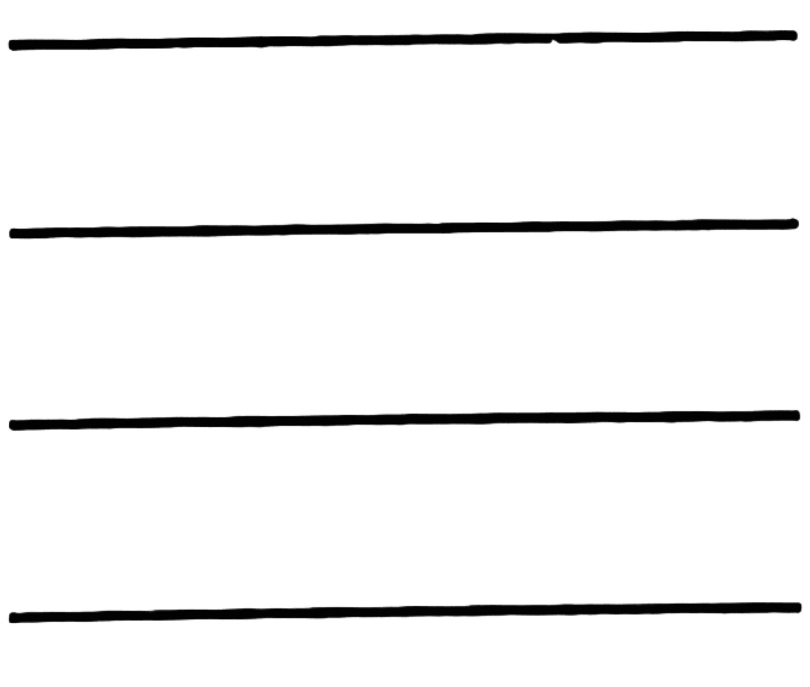
ആ ഭ്രമം പക്ഷെ തീർന്നു. ആയുധങ്ങളിലായി പിന്നെ കമ്പം. യുദ്ധവിമാനങ്ങളിൽ ചൂട് തട്ടാതിരിക്കാനുള്ള പരിച, യന്ത്രത്തോക്കുകളുടെ ആവനാഴി (Magazine) അങ്ങനെ. 'കലാഷ്നിക്കോവ്' തോക്കുകൾ എന്ന് കേട്ടിട്ടില്ലേ- AK 47- അതിന്റെ ആവനാഴി ബേക്കലൈറ്റ് കൊണ്ടുണ്ടാക്കിയിരുന്നുവത്രെ.

പുതിയ പുതിയ പ്ലാസ്റ്റിക്കുകളുടെ കടന്നുവരവോടെ അൽപം മങ്ങലേറ്റിട്ടുണ്ടെങ്കിലും പ്ലാസ്റ്റിക്യുഗത്തിന്റെ ഈ കാരണവർ ഇന്നും ഏറെ പ്രിയപ്പെട്ടതും ജനകീയവും തന്നെയായി തുടരുകയാണ്.

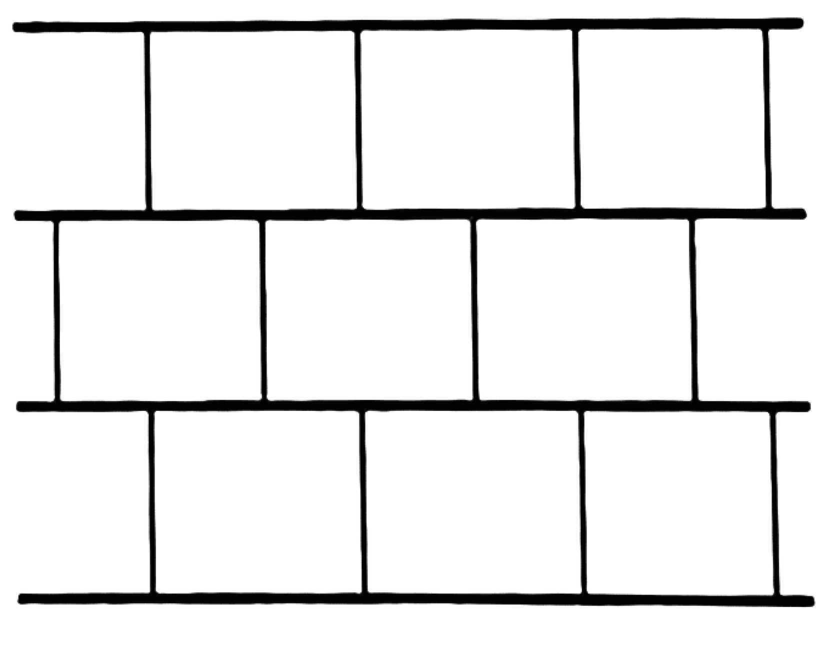
എളുപ്പത്തിൽ രൂപമാറ്റം വരുത്താവുന്നത് എന്നാണ് പ്ലാസ്റ്റിക് എന്ന പദത്തിന്റെ അർഥം. ബേക്കലൈറ്റ് ഒരു 'തെർമോസെറ്റിംഗ്' പ്ലാസ്റ്റിക് ആണ്. ഒരുതവണ അച്ചിലിട്ട് (mould) ചൂടാക്കി രൂപമാറ്റം വരുത്തിയാൽ ആ രൂപത്തിൽ തന്നെ ഉറച്ചുപോകുന്നതാണ് തെർമോസെറ്റിംഗ് പ്ലാസ്റ്റിക്. (പല തവണ രൂപമാറ്റം വരുത്താവുന്നത് - തെർമോപ്ലാസ്റ്റിക്; ഉദാഹരണം പോളിത്തീൻ) പോളിമർ തന്മാത്രകൾക്കിടയ്ക്ക് തലങ്ങനെയും വിലങ്ങനെയും പുതിയ പുതിയ രാസബന്ധനങ്ങൾ രൂപപ്പെട്ട് ഒരു ശൃംഖല (Network)യായി മാറുന്നതിനാലാണ് ഇങ്ങനെ ഉറച്ചുപോകുന്നത്. ഈ ശൃംഖലാരൂപം കാരണമാണ് തുടർന്ന് ചൂടാക്കിയാൽ ബേക്കലൈറ്റ് പോലുള്ള പദാർഥങ്ങൾ ഉരുകാതെ നിൽക്കുന്നതും. ചൂടാക്കുന്നതിന് മുൻപുള്ള രൂപത്തിനെയും രാസബന്ധനങ്ങൾ പൂർത്തിയാവാത്തത് എന്ന അർഥത്തിൽ റെസിൻ എന്നു വിളിക്കാം.

ബേക്കലൈറ്റ് റെസിനുള്ള മറ്റ് പ്രതലങ്ങളിൽ രണ്ടുവശത്തും പരത്തിയ ശേഷം ചൂടാക്കി ശൃംഖലയാക്കി മാറ്റി കാഠിന്യമുള്ള ഷീറ്റുകൾ ഉണ്ടാക്കാറുണ്ട്. പേപ്പർ, ഗ്ലാസ്, നൈലോൺ, പരുത്തിത്തുണി - ഇങ്ങനെ പല പ്രതലങ്ങളാണ് ഇതിന് ഉപയോഗിക്കാറുള്ളത്. ഇത്തരത്തിലുള്ള പേപ്പർ - ബേക്കലൈറ്റ് ലാമിനേറ്റഡ്ഷീറ്റുകൾ കൊണ്ടാണ് കനംകുറഞ്ഞ സ്വിച്ച്ബോർഡുകൾ ഉണ്ടാക്കുന്നത്.

പോളിഓക്സിബെൻസയ്ൽ മെഥിലിൻ ഗ്ലൈക്കോൾ അൻഹൈഡ്രൈഡ് (Poly Oxy benzyl methylene glycol anhydride) എന്നാണ് ബേക്കലൈ



ചൂടാക്കുന്നതിന് മുൻപ് -Resin



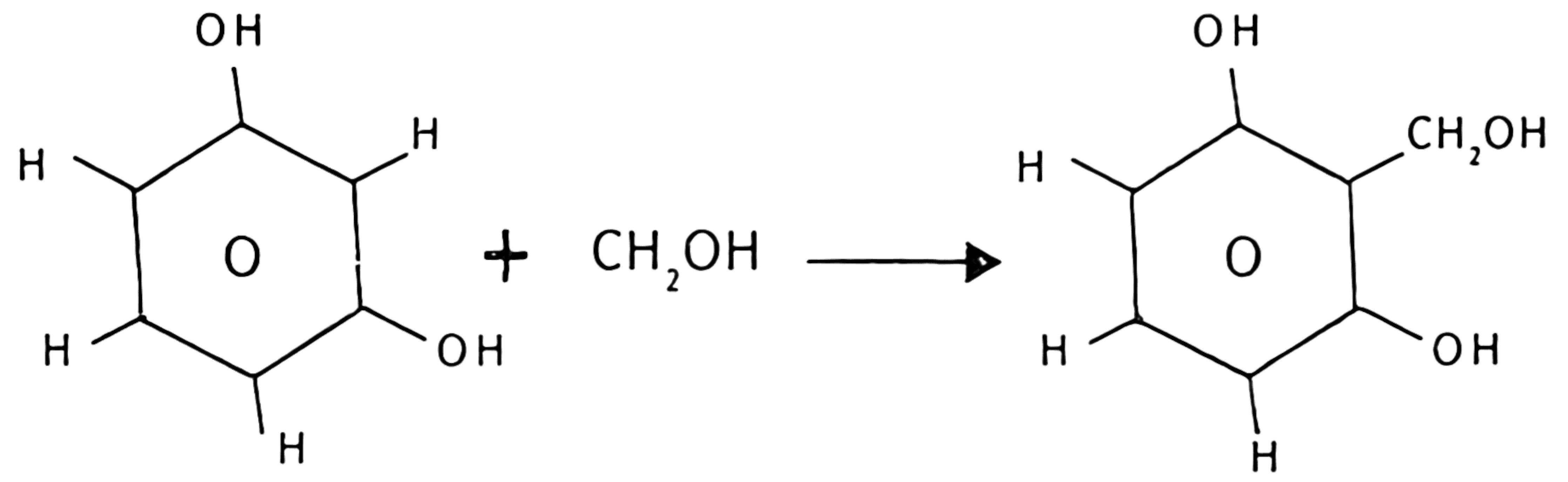
ചൂടാക്കിയ ശേഷം- Network

റ്റിന്റെ ഔദ്യോഗിക നാമം. ഫീനോളും ഫോർമാൽഡിഹൈഡും തമ്മിൽ ഘട്ടംഘട്ടമായി (step by step) സംഗ്രഹണം (condensation) നടന്ന് രൂപം കൊള്ളുന്നതിനാൽ ഇതൊരു 'സ്റ്റെപ്പ് ഗ്രോത്ത് പോളിമറും (Step growth polymer) 'കണ്ടൻസേഷൻ പോളിമറും (Condensation polymer)ആണ്. ഈ രാസപ്രവർത്തനം ആസിഡിന്റെയോ ആൽക്കലിയുടെയോ സാന്നിധ്യത്തിൽ നടത്താം. ആസിഡിന്റെ സാന്നിധ്യത്തിൽ നടക്കുന്ന പ്രക്രിയ ഇങ്ങനെയാണ്:

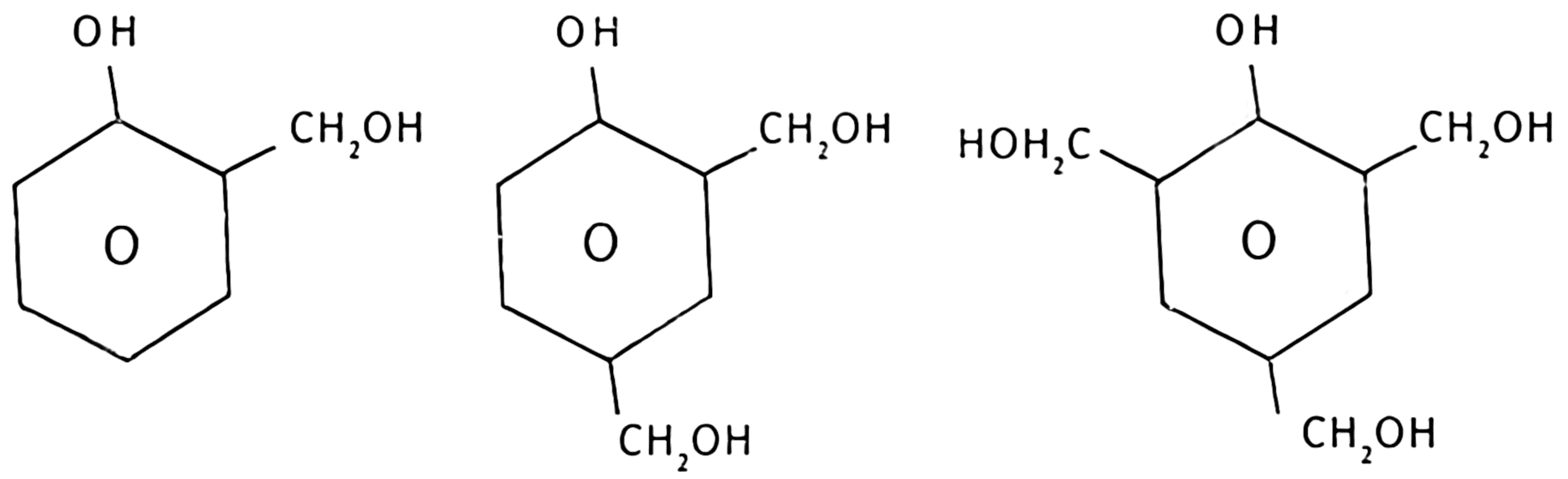
1. ഫോർമാൽഡിഹൈഡ് ആസിഡിലെ H^+ നോട് ചേർന്ന് മെഥിലോൾ എന്ന ക്രിയാത്മക രൂപമാകുന്നു.

$$HCHO + H^+ \rightarrow (CH_2OH)^+$$

2. മെഥിലോൾ ഫീനോളുമായി പ്രവർത്തിക്കുന്നു. ബെൻസീൻ റിംഗിലെ ഹൈഡ്രജനുകളെ ആദേശം ചെയ്ത് റിംഗിന്റെ ഭാഗമാക്കുന്നു.

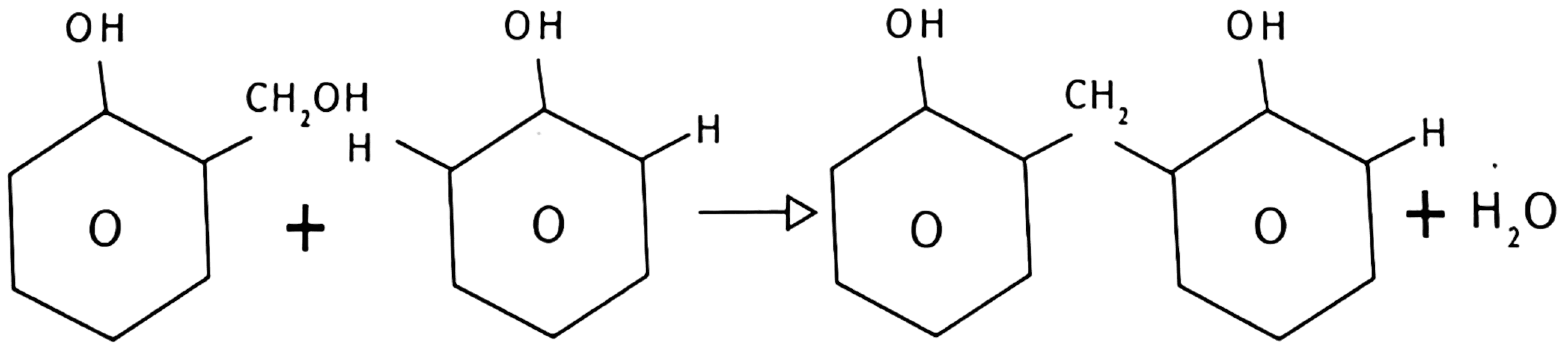


ഒന്നിലധികം മെഥിലോൾ ഗ്രൂപ്പുകൾ ഒരേ റിംഗിൽ ചേരാം.

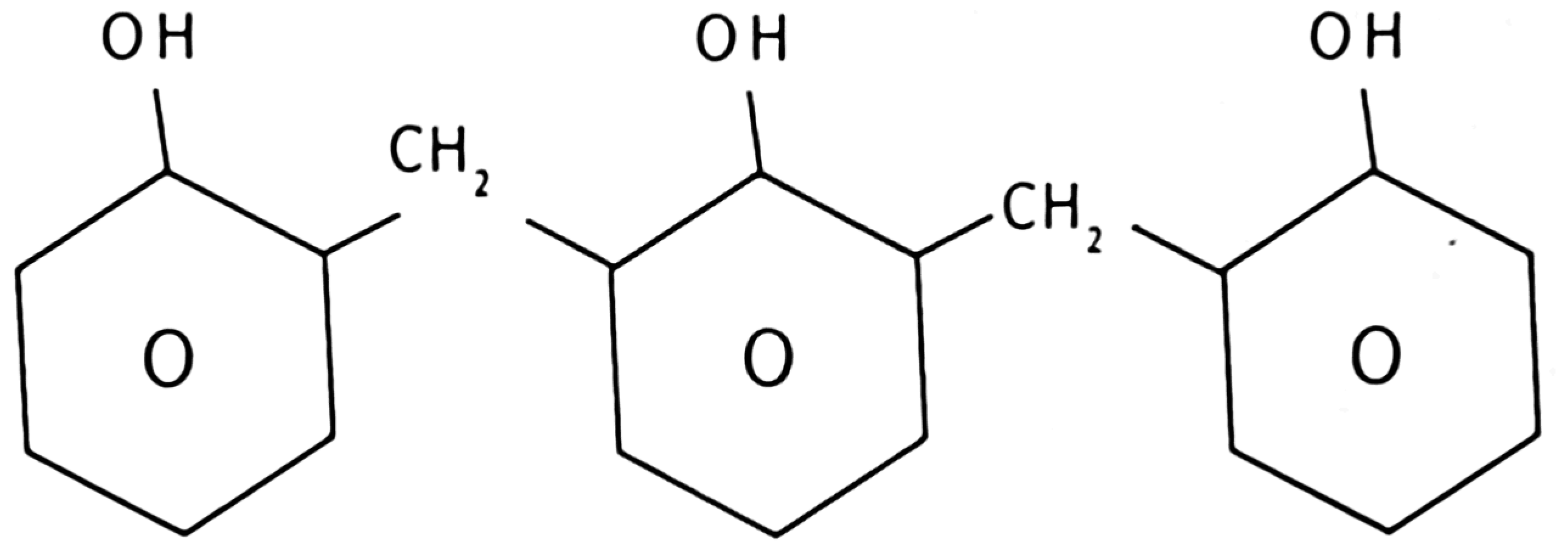


(മോണോ മെഥിലോൾ ഫീനോൾ) *(ഡൈ മെഥിലോൾ ഫീനോൾ)* *(ട്രൈ മെഥിലോൾ ഫീനോൾ)*

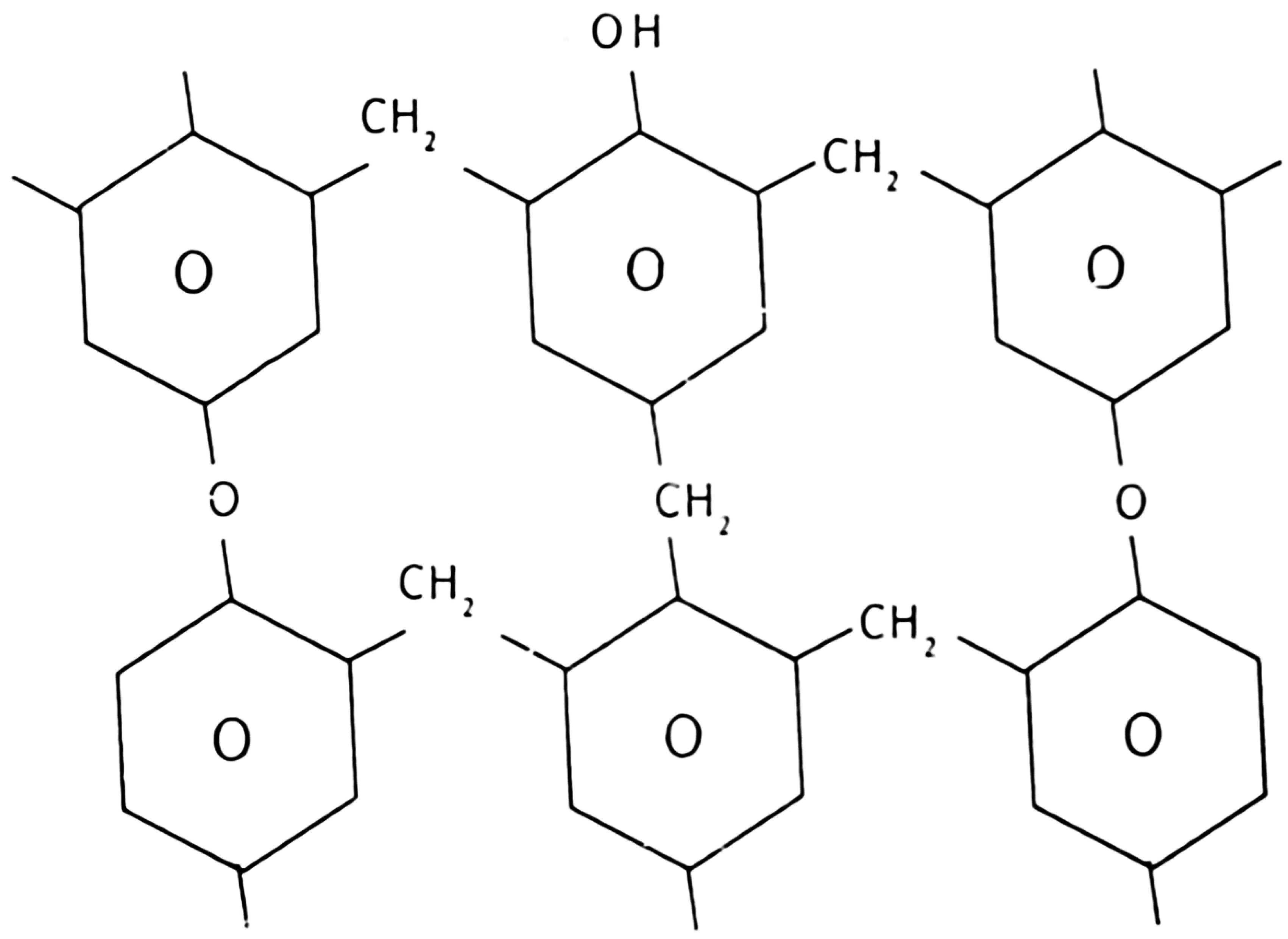
3) മെഥിലോൾ ഫീനോൾ ഫീനോളുമായോ തമ്മിൽ തമ്മിലോ പ്രവർത്തിച്ച് പോളിമർ ആകുന്നു. ഇത് കണ്ടൻസേഷൻ ആണ്.



മെഥിലോളിലെ OH-ഉം റിംഗിലെ H-ഉം ചേർന്ന് H_2O ആയി വിട്ടു പോരുമ്പോൾ രണ്ടു റിംഗുകളും CH_2 ഗ്രൂപ്പ് വഴി ബന്ധിതമാകുന്നു. ഈ പ്രക്രിയ തുടരുമ്പോൾ വലിയ പോളിമർതന്നെ കിട്ടുന്നു.



ഇതിനെ ചൂടാക്കുമ്പോൾ -OH ഗ്രൂപ്പുകളും കണ്ടൻസേഷനിൽ പങ്കെടുക്കാത്ത മെഥിലോൾ ഗ്രൂപ്പുകളും തമ്മിൽ വീണ്ടും കണ്ടൻസ് ചെയ്താണ് 'നെറ്റ്‌വർക്ക്' ആയി മാറുന്നത്.



(ആ നെറ്റ്‌വർക്ക് ഏതാണ്ട് ഇങ്ങനെയായിരിക്കും)

രാസപ്രവർത്തനമിശ്രിതത്തിൽ ഫോർമാൽഡിഹൈഡിന്റെ അളവ് കുറയുമ്പോഴാണ് പോളിമറൈസേഷൻ കുറഞ്ഞ് 'നോവലാക്' ആയി മാറുന്നത്. ഫോർമാൽഡിഹൈഡിന്റെ അളവ് ഫീനോളിന്റേതിനേക്കാൾ കൂടുമ്പോൾ വേണ്ടത്ര പോളിമറൈസേഷൻ നടക്കുന്നു. ഇത് ആൽക്കലിയുടെ സാന്നിധ്യത്തിലും നടത്താവുന്നതാണ്. അപ്പോൾ കിട്ടുന്ന ഉൽപന്നത്തെ 'റിസോൾ' (Resol) എന്ന് വിളിയ്ക്കുന്നു. ചൂടാറുമ്പോൾ പരസ്പര ബന്ധനങ്ങൾ രൂപപ്പെട്ട് ഇവ ബേക്കലൈറ്റ് ആകുന്നു. ഓർക്കണം, ഈ പരസ്പര ബന്ധനങ്ങൾ മൂന്ന് ദിശകളിലേക്കും രൂപപ്പെടുന്നുണ്ട്. ഇതൊരു ത്രിമാന ശൃംഖലയാണ് (Three dimensional network).

"എങ്ങനെയാണ് പോളിമറുകളുടെ ലോകത്തെത്തിയത്" എന്നൊരു ചോദ്യം ഏതോ പത്രം ബേക്ക്‌ലാൻഡിനോട് ഉന്നയിക്കുകയുണ്ടായി.

"പണമുണ്ടാക്കാൻ വേണ്ടിയെത്തിയതാണെ"ന്നായിരുന്നു മറുപടി. പണം പിന്നീടൊരു പ്രശ്നമായി. പണത്തെച്ചൊല്ലി മകനോട്‌വരെ വഴക്കായി. 1939-ൽ മകന്റെ നിർബന്ധത്തിന് വഴങ്ങി ബേക്ക്‌ലാൻഡ് തന്റെ കമ്പനി 'യൂണിയൻ കാർബൈഡ്' എന്ന കമ്പനിക്ക് വിറ്റു. (ഭോപ്പാലിലെ ദുരന്തകാരകൻ തന്നെ) പിന്നീട് ഫ്ളോറിഡയിലെ ശീതകാലവസതിയിലേക്ക് താമസം മാറിയ അദ്ദേഹം തികച്ചും ഏകാന്തവാസത്തിലായി. ഏകാന്തത വലിയൊരു പൂന്തോട്ടത്തിന്റെ നിർമാണത്തിന് കാരണമായി. തന്മാത്രകളെ പരിലാളിച്ചതിനേക്കാൾ ആർദ്രതയോടെ പൂക്കളെയും പുഴുക്കളെയും പരിലാളിച്ച് വാർധക്യം ചെലവഴിച്ച് അദ്ദേഹം 1944-ൽ മസ്തിഷ്കാഘാതത്തിന് കീഴ്പ്പെടുകയായിരുന്നു. അദ്ദേഹം വെട്ടിത്തെളിച്ചുണ്ടാക്കിയ ഭൂമികയിൽ പുതിയ പുതിയ പ്ലാസ്റ്റിക്കുകളും റെസിനുകളും പുതിയ പുതിയ വർണങ്ങളിൽ വിടർന്നുകൊണ്ടേയിരിക്കുന്നു.

10

നൈലോണിന്റെ കാലം

സ്വന്തം ശരീരത്തിൽ നിന്ന് ചുറ്റഴിയുന്ന നൂലുകൊണ്ട് എട്ടുകാലി വല കെട്ടുന്നത് എന്തെന്ത് വിചാരങ്ങളോടെയായിരിക്കും ആദിമനുഷ്യൻ നോക്കി നിന്നിരിയ്ക്കുക? അതേ കൗതുകത്തോടെയല്ലേ ഇന്നും മനുഷ്യശിശു ആ വിസ്മയം കണ്ടുനിൽക്കുന്നത്? ആ വലയോടുള്ള ആകർഷതയല്ലേ പിന്നെയും പിന്നെയും 'ചിലന്തിമനുഷ്യൻ' (spiderman) സിനിമകളെടുക്കാൻ ആധുനികമനുഷ്യനെ പ്രേരിപ്പിക്കുന്നത്? ഇത്തരത്തിൽ എന്തെല്ലാം 'ദൃഷ്ടാന്തങ്ങൾ' കാട്ടിയാണ് പ്രകൃതി മനുഷ്യനെ പ്രചോദിപ്പിച്ചും പ്രകോപിച്ചും ശാസ്ത്രത്തിന്റെ പെരുവഴിയിലേക്ക് വിളിച്ചിറക്കുന്നത്!

പ്രകൃതിയിൽ കാണപ്പെടുന്ന നാരുകളെക്കുറിച്ചുള്ള വീണ്ടുവിചാരം തന്നെയാണ് മനുഷ്യനെ കൃത്രിമനാരുകളുടെ (synthetic fibres) ഉൽപാദനത്തിൽ കൊണ്ടെത്തിക്കുന്നത്. പരുത്തി, ചണം, വാഴനാര്, പനനാര്, ചകിരിനാര്, പട്ടുനൂൽ ഇങ്ങനെ പ്രകൃതിയിൽ വ്യത്യസ്ത ഗുണങ്ങളുള്ള വ്യത്യസ്തനാരുകൾ ഉൽപാദിപ്പിക്കപ്പെടുന്നുണ്ട്. വസ്ത്രം, ചരടുകൾ, കയർ, സഞ്ചികൾ എന്നിവയുടെ നിർമാണത്തിനാണ് ഇവയെല്ലാം ഉപയോഗിക്കപ്പെട്ടിരുന്നത്. ഈ പ്രകൃതിനാരുകളുടെ സഹായത്തോടെയാണ് ദീർഘകാലം മനുഷ്യസംസ്കാരം ചലിച്ചത്. (ഇന്നും ഇവയുടെ ഉപയോഗം ഒട്ടും കുറഞ്ഞിട്ടില്ല). പക്ഷെ അധികകാലം ഈടുനിൽക്കില്ലെന്നത് പ്രകൃതിനാരുകളുടെ വലിയൊരു ദോഷമായിരുന്നു. കാലാവസ്ഥാക്ഷയം (മഴ, മഞ്ഞ്, വെയിൽ, കാറ്റ്), വിവിധ ലായകങ്ങളുമായുള്ള പ്രതിപ്രവർത്തനം, ഊഷ്മാവ് - ഇങ്ങനെ പ്രകൃതിജന്യനാരുകൾ ചുറ്റുപാടുകളുടെ ഇരയായിരുന്നു. വസ്ത്രമേഖലയിൽ ഇതൊരു കാര്യപ്പെട്ട ദോഷം തന്നെയായിരുന്നു. നിലവിലുള്ള നാരുകളെ രാസമാർഗങ്ങളിലൂടെ പരിഷ്കരിക്കാനുള്ള

വാലസ് ഹ്യൂം കാരോതേഴ്സ്

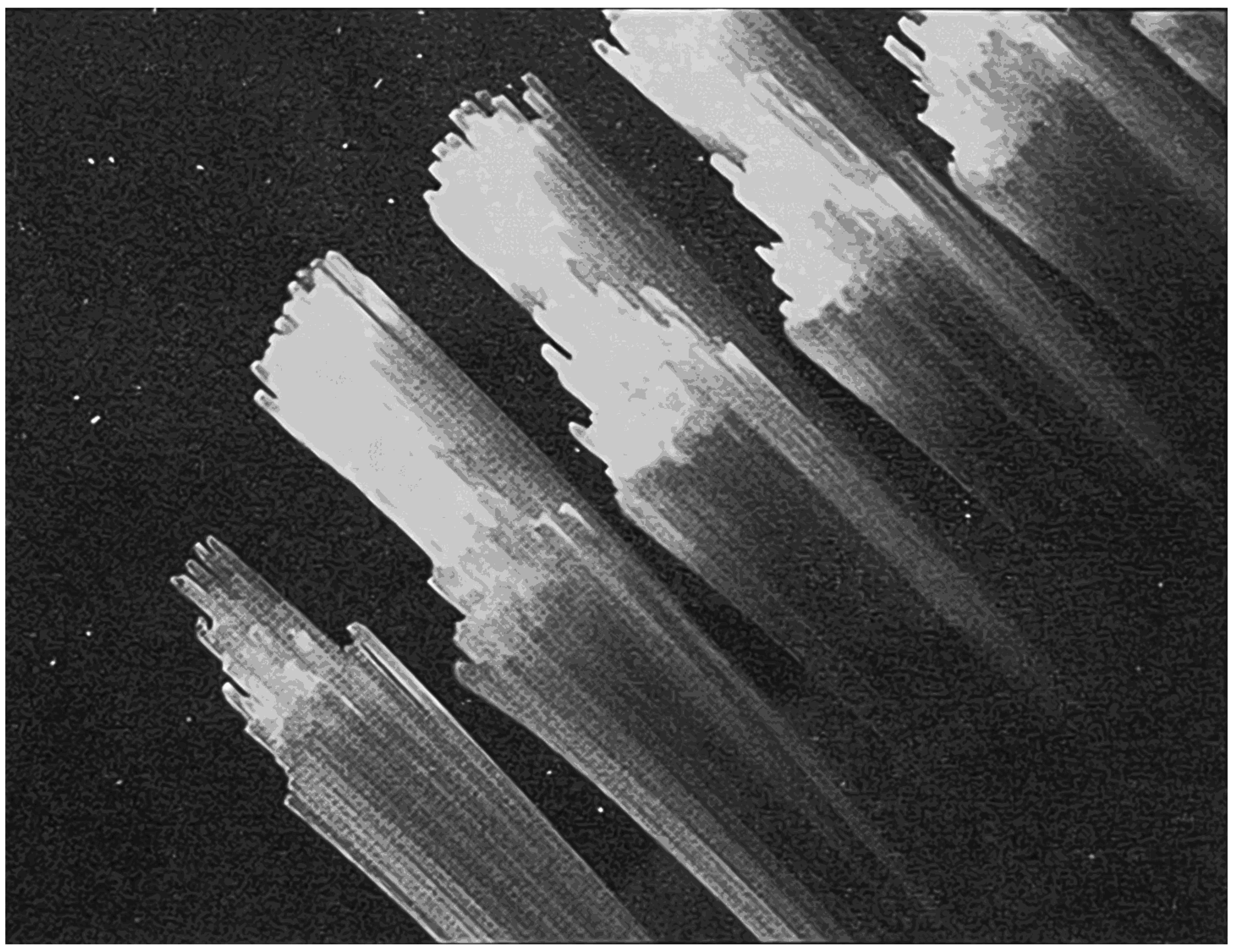
ശ്രമങ്ങളായിരുന്നു ആദ്യം. ഇതിന്റെ ഫലമാണ് 'റയോൺ' എന്ന അർധകൃത്രിമപദാർഥം (semi-synthetic material). മരത്തടികളുടെ മുഖ്യഘടകമായ സെല്ലുലോസിനെ (cellulose) രാസമാറ്റം വരുത്തിയാണ് റയോൺ ഉൽപാദിപ്പിക്കുന്നത്. (വിവാദമായ മാവൂർ ഗ്വാളിയോർ റയോൺസിൽ ഇതായിരുന്നു പ്രവർത്തനം). പേപ്പർ നിർമാണത്തിനും മറ്റുമായി റയോണിന്റെ ഉപയോഗം വഴി മാറിപ്പോവുകയായിരുന്നു.

പിന്നീട് വ്യാവസായികരസതന്ത്രം കൃത്രിമനാരുകളെക്കുറിച്ചുള്ള അന്വേഷണത്തിൽ മുഴുകിയപ്പോൾ പിറവിയെടുത്ത അമൂല്യവസ്തുക്കളാണ് 'കൃത്രിമപ്പട്ട്' എന്ന് അറിയപ്പെട്ട പോളിഎസ്റ്ററുകളും നൈലോണുകളും. ഇവയിൽത്തന്നെ ഒരു കൃത്രിമഫൈബറെന്നതുപോലെ ഒരു തെർമോപ്ലാസ്റ്റിക് (Thermoplastic) ആയും ശ്രദ്ധേയമായ പദാർഥമാണ് നൈലോൺ. വ്യാവസായിക രസതന്ത്രത്തിനെന്നപോലെ അടിസ്ഥാന കാർബണിക രസതന്ത്രത്തിനും (Basic organic chemistry) നവോന്മേഷം നൽകിയ തന്മാത്രകളാണിവ. അതിനുമപ്പുറം പോളിമർ രസതന്ത്രം (polymer chemistry) എന്ന പുതുശാഖയെ ബാലാരിഷ്ടതകളിൽ നിന്ന് പിടിച്ചുയർത്തുന്നതിലും ഈ തന്മാത്രകൾക്ക് കാര്യമായ പങ്കുണ്ട്. നൈലോണിന്റെയും പോളി എസ്റ്ററുകളുടെയും രൂപീകരണം, തന്മാത്രാഘടന എന്നിവയെക്കുറിച്ചുള്ള പഠനമാണ് പോളിമർ രസതന്ത്രത്തെ ചലനാത്മകമാക്കിയത് എന്നുതന്നെ പറയാം. ഈ തന്മാത്രകളുമായി ബന്ധപ്പെട്ട് പരാമർശിക്കപ്പെടേണ്ട ഏറ്റവും പ്രധാനപ്പെട്ട ശാസ്ത്രജ്ഞനാണ് "വാലസ് ഹ്യൂം കാരോതേഴ്സ്" (Wallace Hume Carothers). പ്രശസ്തമായ ഹാർവാർഡ് യൂണിവേഴ്സിറ്റിയിലെ ഓർഗാനിക് കെമിസ്ട്രി അധ്യാപകനായിരുന്ന കാരോതേഴ്സിനെ, 1928-ൽ അദ്ദേഹത്തിന്റെ മുപ്പത്തിരണ്ടാമത്തെ വയസ്സിൽ ഡുപോണ്ട് കമ്പനി സ്വന്തമാക്കുകയായിരുന്നു. അധികം താമസിയാതെത്തന്നെ ഡ്യുപോണ്ടിലെ (Dupont) പോളിമർ ഗവേഷണസംഘത്തിന്റെ നേതൃനിരയിൽ കാരോതേഴ്സ് അവരോധിക്കപ്പെട്ടു.

വെടിക്കോപ്പുകളുടെ ഉൽപാദനത്തിലൂടെ കോടികൾ സമ്പാദിച്ച

ഡുപോണ്ട് മേധാവികൾ രസതന്ത്രഗവേഷണത്തിന് വൻതുക നീക്കിവച്ച കാലമായിരുന്നു അത്. ഒന്നാംലോകമഹായുദ്ധം കെട്ടടങ്ങിയെങ്കിലും മനുഷ്യന്റെ സാമ്രാജ്യത്വമോഹങ്ങൾ മുഴുവനായും പിൻവാങ്ങിയിട്ടില്ലാത്ത കാലം. പുതിയ പുതിയ രാസവസ്തുക്കളുടെയും സാമ്പത്തികപ്രാധാന്യമുള്ള നവപദാർഥങ്ങളുടെയും ഉൽപാദനത്തിലൂടെ സമ്പത്ത് വർധിപ്പിക്കുക എന്നത് തന്നെയായിരുന്നു ഡുപോണ്ടിന്റെ സമാധാനകാല ലക്ഷ്യം. തന്മാത്രാഭാരം 4200-ൽ അധികമുള്ള പോളിമറുകൾ രൂപപ്പെടുത്തുക എന്നതായിരുന്നു കാരോതേഴ്സിന്റെ സംഘത്തെ കമ്പനി ഏൽപ്പിച്ച ചുമതല. സംഘത്തിന്റെ ആദ്യനേട്ടമാണ് 'നിയോപ്രിൻ' (Neoprene). ലോകത്തിലെ ആദ്യത്തെ കൃത്രിമറബ്ബർ എന്ന് കണക്കാക്കപ്പെടുന്ന നിയോപ്രിൻ അഥവാ പോളിക്ലോറോപ്രിൻ (Polychloroprene) 1930-ലാണ് ഈ സംഘം രൂപപ്പെടുത്തുന്നത്. (നിയോപ്രിനെപ്പറ്റി മറ്റൊരിക്കൽ പറയാം). അടുത്ത നേട്ടം 'കൃത്രിമപ്പട്ട്' എന്ന് വിശേഷിപ്പിക്കപ്പെട്ട പോളിഎസ്റ്ററായിരുന്നു. 12,000 യൂണിറ്റുകൾക്കടുത്ത് തന്മാത്രാഭാരമുണ്ടായിരുന്ന ഈ പോളിഎസ്റ്ററിനെ 'സൂപ്പർ പോളിഎസ്റ്റർ' (Super polyester) എന്നും പറഞ്ഞിരുന്നു.

'ഡൈആസിഡുകൾ' (രണ്ട് -COOH ഗ്രൂപ്പ് ഉള്ള ഓർഗാനിക് ആസിഡുകൾ) ഗ്ലൈക്കോളുകളുമായി (രണ്ട് -OH ഗ്രൂപ്പ് ഉള്ള ആൽക്കഹോളുകൾ) സംയോജിച്ചാണ് പോളിഎസ്റ്റർ ഉണ്ടാകുന്നത്. ഒരു -COOH ഗ്രൂപ്പ് ഉള്ള 'മോണോ ആസിഡു'കൾ മോണോ ആൽക്കഹോളുമായി സംയോജിച്ച് എസ്റ്റർ ഉണ്ടാകുന്നതിന് തുല്യമായ രാസപ്രവർത്തനമാണിത്. ഡൈ ആസിഡ് - ഗ്ലൈക്കോൾ രാസപ്രവർത്തനം ഒരു 'സ്റ്റെപ്പ് പോളിമറൈസേഷൻ' (step polymerization - ഘട്ടംഘട്ടമായി മോണോമെറുകൾ കൂടിച്ചേരുന്നത്) ആണെന്ന് മനസ്സിലാക്കിയ കാരോതേഴ്സ് തുടർന്ന് സ്റ്റെപ്പ് പോളിമറൈസേഷന്റെ സിദ്ധാന്തങ്ങളും സമവാക്യങ്ങളും രൂപപ്പെടുത്തി.



'കാരോതേഴ്സ് സമവാക്യം' എന്നറിയപ്പെടുന്ന ഈ സമവാക്യം സ്റ്റെപ്പ് പോളിമറൈസേഷന്റെ അടിസ്ഥാനമായി ഇന്നും ഉപയോഗപ്പെടുത്തിവരുന്നു.

തുടർന്ന് ആസിഡുകളും ഗ്ലൈക്കോളുകളും വ്യത്യാസപ്പെടുത്തി കാരോതേഴ്സും കൂട്ടരും

വ്യത്യസ്ത പോളിഎസ്റ്ററുകൾ രൂപപ്പെടുത്തിയെടുത്തു. ഇവയിൽ പലതും പക്ഷേ ഉദ്ദേശിച്ചത്ര വിജയകരമായിരുന്നില്ല. ചിലതെല്ലാം നാരുകളായി മാറ്റാൻ എളുപ്പമായിരുന്നെങ്കിലും ചൂടുവെള്ളം തട്ടുമ്പോഴേയ്ക്കും കൂടിക്കുഴഞ്ഞ് കട്ടപിടിച്ചിരുന്നു. ഇതിൽ നിരാശ പൂണ്ട് കാരോതേഴ്സ് തന്റെ പോളിമർ ഗവേഷണത്തിൽ നിന്ന് പിൻവലിഞ്ഞു. അല്ലെങ്കിലേ അദ്ദേഹം ഒരു വിഷാദ ജീവിയായിരുന്നു. പണമോ പ്രശസ്തിയോ ഒന്നും അദ്ദേഹത്തിന്റെ ലക്ഷ്യമായിരുന്നില്ല. ഒരു അധ്യാപകനായി ഒതുങ്ങിക്കൂടുകയായിരുന്നു അദ്ദേഹത്തിന്റെ സ്വപ്നം. ഡുപോണ്ടിന്റെ വലയിൽ അദ്ദേഹം വീണുപോവുകയായിരുന്നു. വ്യവസായപരമായി താനൊരു നല്ല ഗവേഷകനല്ലെന്ന തോന്നൽ അദ്ദേഹത്തിന് കൂടുതൽ സംഘർഷമുണ്ടാക്കി. ഇത് പലപ്പോഴും മദ്യപാനത്തിലും മാനസിക ചികിത്സാകേന്ദ്രങ്ങളിലുമാണ് ചെന്നുനിന്നത്. ഇതിനിടയിൽ രക്ഷിതാക്കളുടെ സാമ്പത്തികക്ലേശങ്ങൾ, വിവാഹിതയായ ഒരു സ്ത്രീയുമായുണ്ടായ പ്രണയബന്ധം - ഇങ്ങനെ പലപല വ്യക്തിപ്രശ്നങ്ങൾ. എങ്കിലും 1934-ൽ ഡുപോണ്ടിലെ ഡോ.ബോൾട്ടന്റെ നിർബന്ധപ്രകാരം കാരോതേഴ്സ് പോളിമറുകളിലേയ്ക്കും കൃത്രിമനാരുകളിലേയ്ക്കും മടങ്ങിയെത്തുകയായിരുന്നു.

ഇത്തവണ തന്റെ സ്റ്റെപ്പ് പോളിമറൈസേഷനിൽ കാരോതേഴ്സ് ചെറിയൊരു മാറ്റം വരുത്തിയിരുന്നു; ഗ്ലൈക്കോളിന് പകരം രണ്ട് $-NH_2$ ഗ്രൂപ്പുകൾ ഉള്ള ഡൈ അമിനുകളാണ് ഉപയോഗിച്ചിരുന്നത്. സാധാരണ അമിൻ ഓർഗാനിക് ആസിഡുമായി പ്രവർത്തിച്ച് 'അമൈഡ് (amide) ആണ് ഉണ്ടാകുന്നത്.

$$R\text{-}COOH + R\text{-}NH_2 \rightarrow R\text{-}CONH_2 + H_2O$$

(കാർബോക്സിലിക് ആസിഡ്) (അമിൻ) (അമൈഡ്)

ഡൈആസിഡുകളും ഡൈഅമിനുകളും ഉപയോഗിക്കുമ്പോൾ ഈ രാസപ്രവർത്തനം ഘട്ടംഘട്ടമായി തുടർന്നു പോവുകയും ഒരു പോളി അമൈഡ് തന്മാത്ര രൂപപ്പെടുകയും ചെയ്യുന്നു. നിരവധി -CONH ഗ്രൂപ്പുകൾ ആവർത്തിച്ചുവരുന്ന ഈ പോളിമറിന്റെ ഘടന ഏതാണ്ട് ഇങ്ങനെയായിരിയ്ക്കും :

-R- CONH-R-CONH-R-CONH-R-CONH-

ഇതിനെ ചുരുക്കി $(R\text{-}CONH)_n$ എന്നും എഴുതാം.

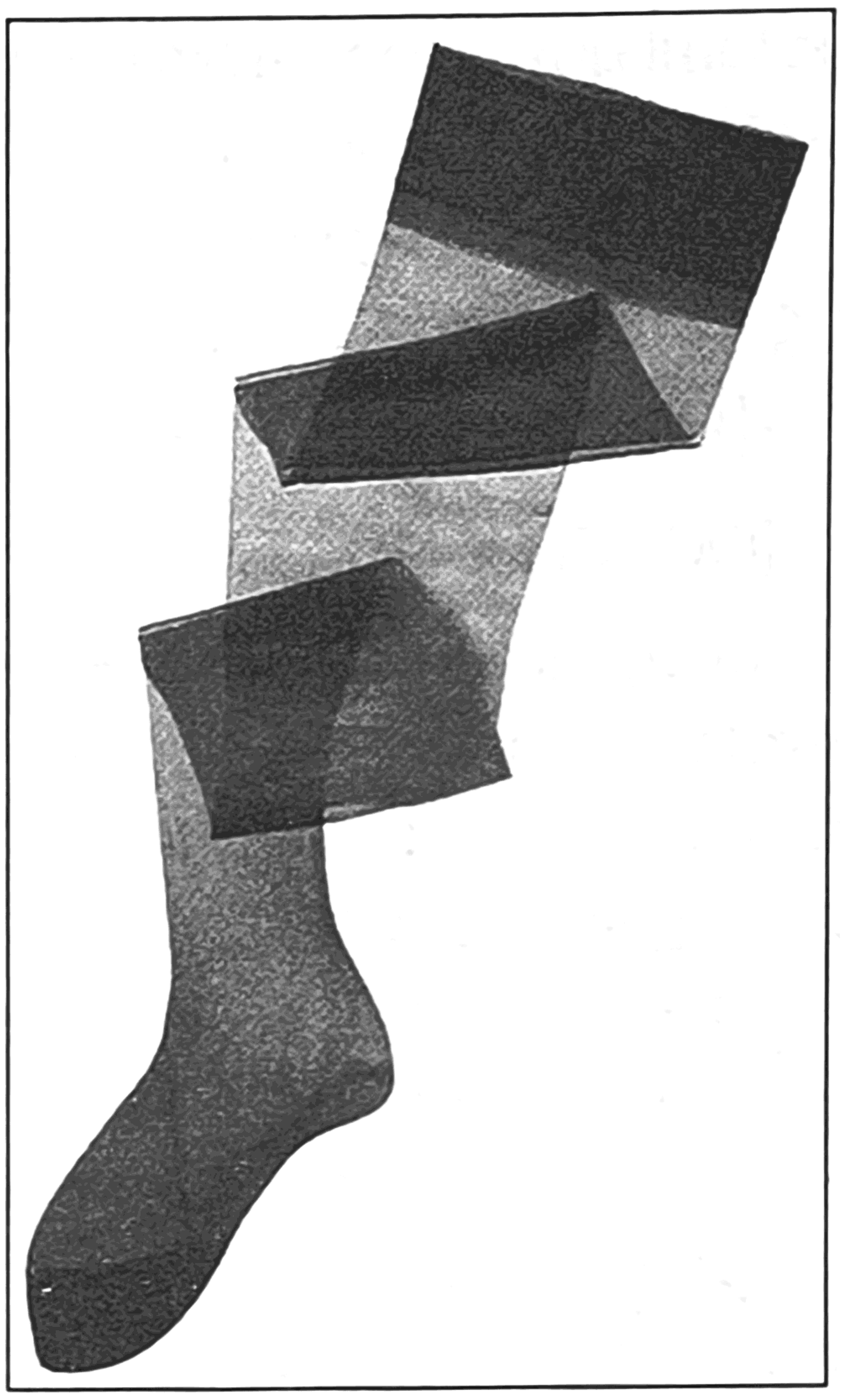
പോളിഅമൈഡ് രൂപപ്പെടുന്ന രാസപ്രവർത്തനം ഇങ്ങനെ ലളിതവൽകരിയ്ക്കാം :

$$nHOOC\text{-}R\text{-}COOH + nH_2N\text{-}R\text{-}NH_2 \rightarrow$$
$$(R\text{-}CONH)_n + nH_2O$$

(R = ഏതെങ്കിലും ആൽക്കയ്ൽ ഗ്രൂപ്പ്)

ജീവകോശങ്ങളിൽ അമിനോആസിഡുകൾ സംയോജിച്ചുണ്ടാകുന്ന പ്രോട്ടീനുകളിലും -CONH ഗ്രൂപ്പുകളുടെ ആവർത്തനമാണുള്ളത്. സാങ്കേതികമായി പ്രോട്ടീനുകളും പോളിഅമൈഡുകളാണെന്ന് പറയാം. കൃത്രിമ പോളിഅമൈഡുകൾക്ക് ഡുപോണ്ട് നൽകിയ വ്യാവസായിക നാമമാണ് 'നൈലോൺ'. നൈലോൺ 6,6 , നൈലോൺ 6,10 , നൈലോൺ 6,12 ഇങ്ങനെ വ്യത്യസ്ത പോളിഅമൈഡുകൾ നിർമിക്കപ്പെട്ടിരുന്നു. പേരിന്റെ കൂടെ വരുന്ന അക്കങ്ങൾ ഒരു ചുരുക്കെഴുത്താണ്. ആദ്യത്തെ അക്കം ഡൈഅമിനിലെ കാർബൺ ആറ്റങ്ങളുടെ എണ്ണവും രണ്ടാമത്തേത് ഡൈആസിഡിലെ കാർബണിന്റെ എണ്ണവുമാണ് സൂചിപ്പിക്കുന്നത്. ഇവയിൽ ഏറ്റവും വിജയകരമായത് നൈലോൺ 6,6 ആണ്. ആറ് കാർബൺ ആറ്റങ്ങളുള്ള ഡൈഅമിനും (ഹെക്സാമെഥിലിൻ ഡൈഅമിൻ) ആറ് കാർബൺ ആറ്റങ്ങളുള്ള ഡൈ ആസിഡും (അഡിപിക് ആസിഡ്) സംയോജിച്ചാണ് നൈലോൺ 6,6 രൂപപ്പെടുന്നത്. 256^{0}Cൽ ഉരുകുന്ന നൈലോൺ 6,6 പക്ഷെ ഉയർന്ന ഊഷ്മാവിലും വിസ്കോസിറ്റി കൂടിയ ഒരു കട്ടിദ്രാവകമായാണ് സ്ഥിതിചെയ്യുന്നത്. ഈ ദ്രാവകത്തിൽ ഒരു ദണ്ഡ് മുക്കി നാരുനാരായി വലിച്ചെടുക്കാമെന്ന് കണ്ടെത്തിയതാണ് കാരോതേഴ്സ് സംഘത്തിന്റെ സുപ്രധാന കാൽവയ്പ്പ്.

നാലുവർഷം നീണ്ട പരീക്ഷണപഠനങ്ങൾക്കൊടുവിൽ 1938-ലാണ് കമ്പനി നൈലോണിനെ പൊതുസമക്ഷം അവതരിപ്പിക്കുന്നത്. ടൂത്ത് ബ്രഷിന്റെ കുറ്റിരോമങ്ങൾ (bristle) ഉണ്ടാക്കാനാണ് നൈലോൺ ആദ്യം ഉപയോഗിക്കുന്നത്; രണ്ടാമതായി സ്ത്രീകളുടെ കീഴ്ക്കാലുറകൾ (stockings) നിർമിക്കാനും. ഉയർന്ന ദ്രവണാങ്കം, താപപ്രതിരോധം, കാലാവസ്ഥാ പ്രതിരോധം, പ്രകാശപ്രതിരോധം, ഭാരക്കുറവ്, തേയ്മാനക്കുറവ്, ചായം കൊടുക്കാൻ ബുദ്ധിമുട്ടുണ്ടെങ്കിലും ഒരിയ്ക്കൽ ചായം കൊടുത്താൽ ദീർഘകാലം അത് നിലനിർത്താനുള്ള കഴിവ് - എല്ലാം നൈലോണിനെ പെട്ടെന്ന് ജനകീയമാക്കി. വലകൾ, കയറുകൾ, സംഗീതോപകരണ തന്ത്രികൾ, സഞ്ചികൾ, പരവതാനികൾ, വധുവിന്റെ മുഖാവരണം (bridal veil) - ഇങ്ങനെ പുതിയ പുതിയ മേഖലകളിലേക്ക് നൈലോൺ കടന്നുകയറി. ഞെട്ടില്ലെങ്കിൽ ഒരു സ്ഥിതിവിവരക്കണക്ക് പറയാം. 1941-ലോ മറ്റോ ആണ്. അമേരിക്കയിൽ ചില ദിവസങ്ങളിൽ ദശലക്ഷത്തിലധികം ജോടി നൈലോൺ കീഴ്ക്കാലുറകൾ വിറ്റുപോയിരുന്നുവത്രെ. 1942-ൽ അമേരിക്ക



രണ്ടാംലോകമഹായുദ്ധത്തിൽ ഭാഗഭാക്കായതോടെ കാര്യങ്ങൾ മറ്റൊരുവഴിയ്ക്കായി. ഉൽപാദിപ്പിക്കുന്ന നൈലോൺ മുഴുവൻ യുദ്ധസാമഗ്രികൾ നിർമിക്കാൻ ഉപയോഗിക്കണമെന്ന് പ്രതിരോധവകുപ്പ് ഡുപോണ്ടിന് നിർദ്ദേശം നൽകി. ഈ അവസരം മുതലെടുത്ത് കമ്പനി സൈനികർക്കാവശ്യമായ വടങ്ങൾ, പാരച്യൂട്ടുകൾ, യുദ്ധവിമാനങ്ങളുടെ ചില ഭാഗങ്ങൾ എന്നിവ വ്യാപകമായി നിർമിച്ചുകൂട്ടി. അതോടെ മറ്റ് നൈലോൺവസ്തുക്കൾ കിട്ടാതെയായി. ഇത് വിപണിയിൽ വലിയ പ്രതിസന്ധികൾ സൃഷ്ടിച്ചു. സ്ത്രീകളുടെ കീഴ്ക്കാലുറ വിൽക്കുന്ന സ്ഥാപനങ്ങളിലാണ് പ്രശ്നങ്ങൾ രൂക്ഷമായത്. ഇത്തരം കടകൾക്ക് മുന്നിൽ എന്നും സ്ത്രീകളുടെ നീണ്ട നിരയായിരുന്നു. പിറ്റ്സ്ബർഗിലെ കടയ്ക്കുമുന്നിൽ ഒരിക്കൽ 40,000-ത്തിലധികം സ്ത്രീകൾ വരിയിട്ടു നിന്നിരുന്നു; കടയിലാകട്ടെ വെറും 13,000 ജോടി കാലുറകളേ ഉണ്ടായിരുന്നുള്ളൂ. വരികളിൽ തിക്കുംതിരക്കുമായി, ഉന്തും തള്ളുമായി, കോലാഹലമായി. ഇത്തരം രംഗങ്ങൾ പല നഗരങ്ങളിലും ആവർത്തിച്ചു. "നൈലോൺ കലാപം" (Nylon riots) എന്ന പേരിൽ പത്രങ്ങൾ 'വെണ്ടയ്ക്കാവാർത്ത'യെഴുതി. നൈലോണിന്റെ പ്രചാരം പതിന്മടങ്ങായി. വർത്തമാനപത്രങ്ങളുടെ ചരിത്രം പറയുന്നത് ഇത്രയും വിപുലമായി അതേസമയം സൗജന്യമായി പരസ്യം ചെയ്തുകിട്ടിയ മറ്റൊരു ക്രയവസ്തുവും ഉണ്ടായിരിക്കില്ലെന്നാണ്. ഇതെല്ലാം ഡുപോണ്ട് തന്നെ ഒരുക്കിയ നാടകമാണെന്നും ആരോപണമുണ്ടായി. എന്തായാലും അതോടെ നൈലോണിന്റെ പേറ്റന്റ് മറ്റു കമ്പനികളുമായി പങ്കുവയ്ക്കാൻ കമ്പനി നിർബന്ധിതമായി. വിപണിയിൽ നൈലോൺ സുലഭമായി.

ഏതാണ്ടിതേ കാലത്ത് ജർമനിയിലെ ഐജി ഫാർബൻ ഇൻഡസ്ട്രീസ് എന്ന കമ്പനിയിലെ ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ മറ്റൊരു നൈലോൺ വികസിപ്പിച്ചെടുത്തു; നൈലോൺ 6. കാപ്രോലാക്ടം (caprolactum) എന്ന വലയസംയുക്തത്തെ പോളിമറൈസേഷന് വിധേയമാക്കിയാണ് ഇത് സാധിച്ചത്. കാപ്രോലാക്ടത്തിൽ 6 കാർബണുകളാണുള്ളത്. അതിനാൽ നൈലോൺ 6 എന്നു വിളിച്ചു. വാസ്തവത്തിൽ ഇത് കാരോതേഴ്സും കൂട്ടരും പണ്ടേ

പരീക്ഷിച്ചതും പാതിവഴിയിൽ ഉപേക്ഷിച്ചതുമായിരുന്നു. നൈലോൺ 6നെ പെർലോൺ (perlon) എന്ന പേരിലാണ് വിപണിയിലെത്തിച്ചത്.

നൈലോൺ 6ഉം നൈലോൺ $6_1 6$ഉം തമ്മിൽ ഘടനാപരമായി ചെറിയ മാറ്റമേയുള്ളൂ.

$-[OC-(CH_2)_4-CO-NH-(CH_2)_6-NH]_n$ നൈലോൺ $6_1 6$

$[OC-(CH_2)_5-NH-CO-(CH_2)_5-NH]_n$ നൈലോൺ 6

പോളിമർ ശൃംഖലകൾക്കിടയ്ക്കുള്ള ഹൈഡ്രജൻ ബന്ധനങ്ങളാണ് രണ്ടിനും ദൃഢത നൽകുന്നത്. ഈ രണ്ട് സഹോദരങ്ങൾ തമ്മിൽ പക്ഷേ രാസഭൗതിക ഗുണങ്ങളിൽ ചെറിയ മാറ്റങ്ങളുണ്ട്. $6_1 6$ നേക്കാൾ ഇലാസ്റ്റിക തയുള്ളതും ദൃഢതയുള്ളതുമായ നാരുകൾ നൈലോൺ 6ൽ നിന്നാണ് ഉണ്ടാകുന്നത്. സീറ്റ്ബെൽറ്റുകൾ, ടയറിൽ ഉപയോഗിക്കുന്ന നാരുകൾ, സൈനികർ ഉപയോഗിക്കുന്ന മേൽക്കുപ്പായങ്ങൾ എന്നിവ നിർമിക്കാൻ നൈലോൺ 6ആണ് കൂടുതലായും ഉപയോഗിക്കുന്നത്.

ഇതിനിടയിൽ കാരോതേഴ്സ് വിവാഹിതനായി. 1936–ൽ അദ്ദേഹത്തെ 'നാഷണൽ അക്കാദമി ഓഫ് സയൻസി'ലേക്ക് തെരഞ്ഞെടുത്തു. വ്യാവസായിക രസതന്ത്രത്തിൽ നിന്നും അക്കാദമിയിലെത്തുന്ന ആദ്യത്തെ ശാസ്ത്രജ്ഞനായിരുന്നു അദ്ദേഹം. പക്ഷേ അപ്പോഴേക്കും അദ്ദേഹത്തിന്റെ വിഷാദരോഗം മൂർച്ഛിച്ചിരുന്നു; ആശുപത്രിയിൽ പ്രവേശിപ്പിച്ചിരുന്നു. 1937–ൽ അദ്ദേഹത്തിന്റെ സഹോദരി 'ഇസബൽ' ന്യൂമോണിയ ബാധിച്ച് മരണമടഞ്ഞു. മൂന്നുമാസങ്ങൾക്കിപ്പുറം ഫിലാൽഡെൽഫിയയിലെ ഒരു ഹോട്ടൽമുറിയിൽ കാരോതേഴ്സിനെ ആത്മഹത്യചെയ്ത നിലയിൽ കണ്ടെത്തി. നാരങ്ങാനീരിൽ പൊട്ടാസ്യം സയനൈഡ് ചേർത്താണ് ആ ദാരുണത അദ്ദേഹം ഏറ്റുവാങ്ങിയത്. ഏഴുമാസങ്ങൾക്കു ശേഷം അദ്ദേഹത്തിന്റെ ഭാര്യ 'ഹെലൻ സ്വീറ്റ്മാൻ' ഒരു പെൺകുഞ്ഞിന് ജന്മം നൽകി; 'ജേൻ'. അധികം താമസിയാതെ അദ്ദേഹത്തിന്റെ കമ്പനി ആ പുതിയ പദാർഥത്തെ ലോകത്തിന് പരിചയപ്പെടുത്തി – നൈലോൺ.

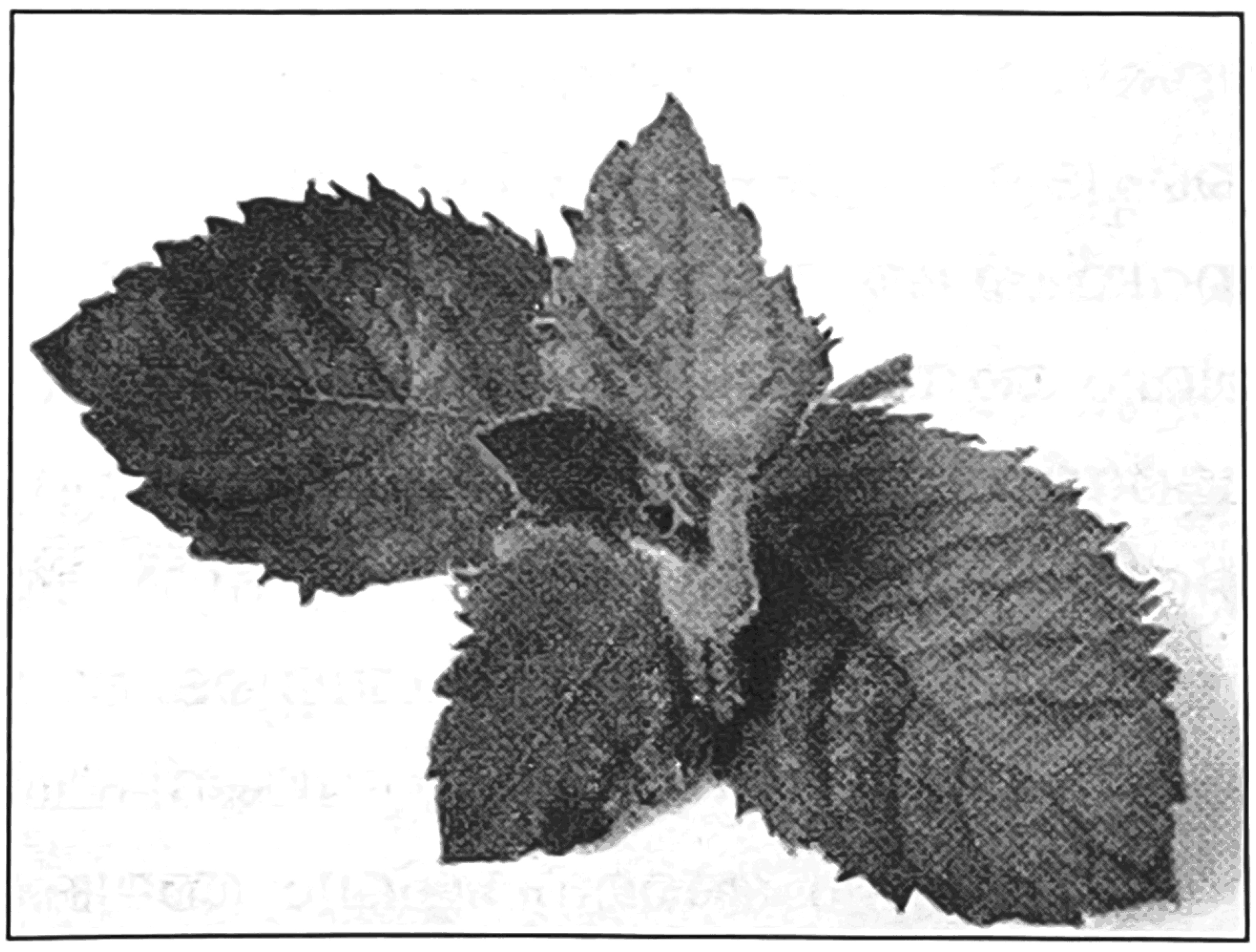
11

മെൻഥോൾ എന്ന മാലാഖ

ച്യൂയിംഗ് ഗമ്മുകൾ വായിലിട്ടു ചവയ്ക്കുമ്പോൾ ചെറിയ തണുപ്പനുഭവപ്പെടുന്നതെന്തുകൊണ്ടാണ്? വിക്സ്, ചില ഓയിന്റ്മെന്റുകൾ എന്നിവ പുരട്ടുമ്പോഴും ഇതേ തണുപ്പനുഭവപ്പെടാറില്ലേ? ചില ടൂത്ത്പേസ്റ്റുകളിലും ഈ തണുപ്പുണ്ടോ? ഈ ചോദ്യങ്ങൾക്കുള്ള ഉത്തരമാണ് 'മെൻഥോൾ' (Menthol) എന്ന കാർബണിക തന്മാത്ര.

ഹൈഡ്രോക്സിൽ ഗ്രൂപ്പ് (OH) ഉള്ള സംയുക്തമായതിനാൽ ഒരു ആൽക്കഹോൾ തന്നെയാണ് മെൻഥോളും. എന്നാൽ മെഥനോളുമായി ഇതിന് യാതൊരു ബന്ധവുമില്ല. ഒരൊറ്റ കാർബൺ മാത്രമുള്ള ഒരു ലളിത തന്മാത്രയാണ് (CH_3OH) മെഥനോൾ എങ്കിൽ, പത്ത് കാർബൺ ആറ്റങ്ങളുള്ള ഒരു വലയസംയുക്തമാണ് മെൻഥോൾ ($C_{10}H_{20}O$).

തുമ്പയും തുളസിയും ഉൾപ്പെട്ട 'ലാമിയേസി' എന്ന സസ്യകുടുംബം- ഈ കുടുംബത്തിലെ 'മെൻഥാ'(Mentha) എന്ന് ജാതിപ്പേരുള്ള സപുഷ്പികളിൽ നിന്ന് ധാരാളമായി ലഭിക്കുന്ന സുഗന്ധതൈലത്തിലെ പ്രധാനഘടകമാണ് മെൻഥോൾ. ഈ സുഗന്ധതൈലത്തിനെ 'മിന്റ് തൈലം' (Mint oil) എന്നാണ് വിളിക്കുന്നത്. പതിനെട്ടോളം സുഗന്ധ സസ്യങ്ങൾ ഉൾപ്പെട്ട 'മിന്റ് ജാതി'യിലെ പ്രധാനികൾ പുതിനയും (spearmint), കർപ്പൂര



തുളസിയു (peppermint) മാണ്. (സ്പിയർമിന്റ് ഗമ്മിനെയും പെപ്പർമിന്റ് ഗമ്മിനെയും ഓർക്കുക). ഇവയിൽ പെപ്പർമിന്റിൽ നിന്നും (*Mentha piperita*), *മെൻഥാ ആർവൻസിസ് (Mentha arvensis)* എന്ന ഇനം പുതിനയിൽ നിന്നുമാണ് മുഖ്യമായും മെൻഥോൾ വേർതിരിച്ചെടുക്കുന്നത്. മിന്റ് തൈലത്തിൽ നിന്ന് 40 മുതൽ 90 ശതമാനം വരെ മെൻഥോൾ ലഭിക്കാറുണ്ട്. ഭാരതത്തിൽ ഉത്തർപ്രദേശിലാണ് '*മെൻഥാ ആർവെൻസിസ്*' വ്യാപകമായി കൃഷിചെയ്തുവരുന്നത്. കൃഷിയായിട്ടാണെങ്കിലും അല്ലെങ്കിലും വളരുന്നിടത്ത് നിന്നെല്ലാം കൊതുകിനെയും മറ്റ് കീടങ്ങളെയും ആട്ടിയകറ്റിക്കൊണ്ടായിരുന്നു മിന്റ് ചെടികളുടെ രംഗപ്രവേശം.

ഗ്രീക്ക് പുരാണത്തിലെ അതിസുന്ദരിയായ ദേവതയായിരുന്നു 'മിൻഥെ' (Minthe). 'ഹേഡ്സ്'ദേവന്റെ പ്രണയിനിയായിരുന്നു മിൻഥെ. പുരാണത്തിലെ മറ്റൊരു ദേവനായ പ്ലൂട്ടോവിന്റെ പത്നി 'പെഴ്സിഫോണി'ന് (Percephone) ഒരിക്കൽ ഒരു സംശയംകുടുങ്ങി; പ്ലൂട്ടോയും മിൻഥെയോട് പ്രണയത്തിലാണോ എന്ന്. കോസിറ്റെസ് നദിയുടെ തീരത്ത്വച്ച് പെഴ്സിഫോൺ മിൻഥെയെ ശപിച്ചു; വെറുമൊരു കുറ്റിച്ചെടിയായിപ്പോകട്ടെ എന്ന്. ശാപമേറ്റ് നദിക്കരയിൽ വീണ് മിൻഥെ ഒരു സസ്യമായി പരിണമിച്ചു. വെറും സസ്യമല്ല, ഭൂമിയിലും ആകാശത്തും സുഗന്ധംപരത്തുന്ന ഔഷധസസ്യം. അങ്ങനെയാണ് മിന്റ് ചെടികൾ ഉണ്ടായതെന്ന് വിശ്വസിക്കപ്പെടുന്നു (ഇക്കഥയ്ക്ക് വേറെയും ഭാഷ്യമുണ്ട്). മിൻഥെയിൽ നിന്നാണ് അവയ്ക്ക് ആ പേര് കിട്ടിയത്. അവ യൂറോപ്പിലും ഏഷ്യയിലും ആഫ്രിക്കയിലും ആസ്ട്രേലിയയിലും അമേരിക്കൻ ഭൂഖണ്ഡത്തിലുമൊക്കെ പടർന്ന് വളർന്നു. നനവുള്ള ഇടങ്ങളോടായിരുന്നു അവയ്ക്ക് പ്രതിപത്തി. അവയുടെ സുഗന്ധസത്തയെ മനുഷ്യൻ ഏറ്റുവാങ്ങി; സുഗന്ധദ്രവ്യമായും ഔഷധമായും ഭോജ്യദ്രവ്യങ്ങളുടെ ഭാഗമായും. അങ്ങനെ ശപിക്കപ്പെട്ട ദേവതയെ മനുഷ്യകുലം ഏറ്റ് വാങ്ങി പരിപാലിച്ചു. അടുക്കളയിലും ഔഷധശാലകളിലും അരമനകളിലും അലങ്കരിച്ച സ്വീകരണമുറികളിലും ആ

സുഗന്ധം ഒഴുകിപ്പരന്നു.

മിന്റ് ഓയിലിന്റെ സവിശേഷതകൾ നൂറ്റാണ്ടുകൾക്ക് മുൻപേ മനുഷ്യൻ മനസ്സിലാക്കിയെടുത്തിരുന്നു. മിന്റ് ഓയിലിന് ഈ സവിശേഷതകൾ നൽകുന്ന പ്രത്യേക സംയുക്തത്തെക്കുറിച്ചുള്ള ചില ധാരണകൾ 2000 വർഷങ്ങൾക്കുമുൻപേ ജപ്പാൻകാർക്ക് അറിയാമായിരുന്നുവത്രെ. ഗ്രീസിൽ 'ആതിഥ്യത്തിന്റെ ഔഷധി' (herb of hospitality) എന്നാണ് മിന്റ്ചെടികൾ അറിയപ്പെട്ടിരുന്നത്. ഒരുകാലത്ത് യൂറോപ്പിൽ മിക്ക വീടുകളിലും നിലത്ത് മിന്റ്ചെടികൾ വിതറുമായിരുന്നുവത്രെ. അതിഥികൾ വരുന്ന വേളകളിൽ ഇതൊരു രീതി തന്നെയായിരുന്നുവത്രെ. വരുന്നത് ശത്രുവായാലും മിത്രമായാലും ചെടിയിൽ ചവിട്ടുമ്പോൾ അതിൽ നിന്ന് സുഗന്ധബാഷ്പം പുറപ്പെട്ട് മുറിയിൽ നിറയും. ഈ സുഗന്ധം ശത്രുവിനെ മിത്രമാക്കുന്നതായി മനസ്സിലാക്കപ്പെട്ടിരുന്നു.

പ്രാചീനറോമിലെ പല വിദ്യാഭ്യാസസ്ഥാപനങ്ങളും വിദ്യാർഥികളോട് മിന്റ്ചെടികളുടെ ഇലകളും പൂക്കളും നിറഞ്ഞ 'പുഷ്പകിരീടം' (wreath) ധരിക്കുവാൻ ആവശ്യപ്പെട്ടിരുന്നു. മിന്റ് കിരീടം വിദ്യാർഥികളെ 'ഉറക്കം തൂങ്ങലു'കളിൽ നിന്ന് രക്ഷപ്പെടുത്തിയെടുക്കുന്നതായി അന്നത്തെ അധ്യാപകർ മനസ്സിലാക്കിയിരുന്നു. (ഗ്രീക്ക്-റോമൻ പുരാണ കഥാപാത്രങ്ങളുടെ പെയിന്റിങ്ങുകളിൽ പുഷ്പകിരീടം കാണാം). ഔഷധമെന്ന നിലയ്ക്ക് വയറുവേദനയ്ക്കും നെഞ്ചുവേദനയ്ക്കുമാണ് മിന്റ്ഓയിൽ ആദ്യമായി ഉപയോഗിക്കപ്പെടുന്നത്. പുതിനയിലയിട്ട ചായ, വയറുവേദന ശമിപ്പിക്കുന്നതിൽ കേളികേട്ടൊരു വീട്ടുമരുന്നായിരുന്നു. മൂത്രസംബന്ധമായ അസുഖങ്ങൾക്കും ഈ ചായ പരിഹാരം കണ്ടിരുന്നു. അറേബ്യൻ നാടുകളിലായിരുന്നു ഈ ചായ കൂടുതലും ഉപയോഗിച്ചിരുന്നത്. മിന്റ് ചെടികളുടെ ഇല ഉണക്കിപ്പൊടിച്ച് പല്ല് തേയ്ക്കാനുപയോഗിച്ചിരുന്നു. ചെറുപ്രാണികൾ കുത്തിയുണ്ടാവുന്ന കടച്ചിലും വീക്കവും മിന്റ്ഓയിൽ പുരട്ടി ശമിപ്പിച്ചിരുന്നു. മിന്റ്ഓയിലിന്റെ ഈ ഉപയോഗങ്ങളൊക്കെ അതിലെ മെൻഥോളിന്റെ രാസഭൗതികഗുണങ്ങളെ ആശ്രയിച്ചുള്ളതാണ്. പ്രാചീനമനുഷ്യൻ നിത്യജീവിതത്തിലൂടെ കണ്ടെത്തിയ ഇത്തരം രഹസ്യങ്ങളും പ്രായോഗികതകളും ഒരുതരത്തിലല്ലെങ്കിൽ മറ്റൊരു തരത്തിൽ ആധുനികമനുഷ്യനും ഉപയോഗപ്പെടുത്തുന്നു. പ്രാചീനമനുഷ്യൻ എല്ലാ അറിവുകൾക്കും ഒരു നിഗൂഢതയും പവിത്രതയും കൽപിച്ചുകൊടുത്തെങ്കിൽ ആധുനിക മനുഷ്യൻ അവയിൽ അധികാരത്തിന്റെ മുദ്രകൂടി വയ്ക്കുകയും അറിവുകളെ കച്ചവടവൽകരിക്കുകയും ചെയ്തു. അങ്ങനെ ടൂത്ത്പേസ്റ്റ്, ഷേവിംഗ് ലോഷൻ, വായ്നാറ്റമകറ്റാനുള്ള മരുന്നുകൾ, ച്യൂയിംഗ് ഗമ്മുകൾ, പെർഫ്യൂമുകൾ എന്നിങ്ങനെ അത്യന്താപേക്ഷിതമൊന്നുമല്ലാത്ത

പദാർഥങ്ങളുടെ ഭാഗമായി മെൻഥോൾ ഒരു 'ധനസമ്പാദന തന്മാത്ര' (Money Making Molecule - MMM) ആയി മാറി.

ഇതിനുപുറമേ, മിന്റ്ഓയിൽ പണ്ടുമുതലേ ഒരു "മൃദു വേദനാസംഹാരി" യായും ഉപയോഗിച്ചിരുന്നു. 'ടൈഗർബാം' പോലുള്ള 'തലവേദനാ ലേപന'ങ്ങളിൽ മെൻഥോൾ ഒരു പ്രധാനഘടകമായി ഇന്നും ഉപയോഗിച്ചു വരുന്നു. 'വിക്സ്' പോലെയുള്ള ലേപനങ്ങളിൽ 'മൂക്കടപ്പ്' കുറയ്ക്കുന്ന തിനും ചുമ മരുന്നുകളിൽ തൊണ്ടയിലെ കിരുകിരുപ്പ് മാറ്റുന്നതിനുമൊക്കെ മുന്നിട്ടിറങ്ങുന്നത് 'മെൻഥോൾ' തന്നെയാണ്.

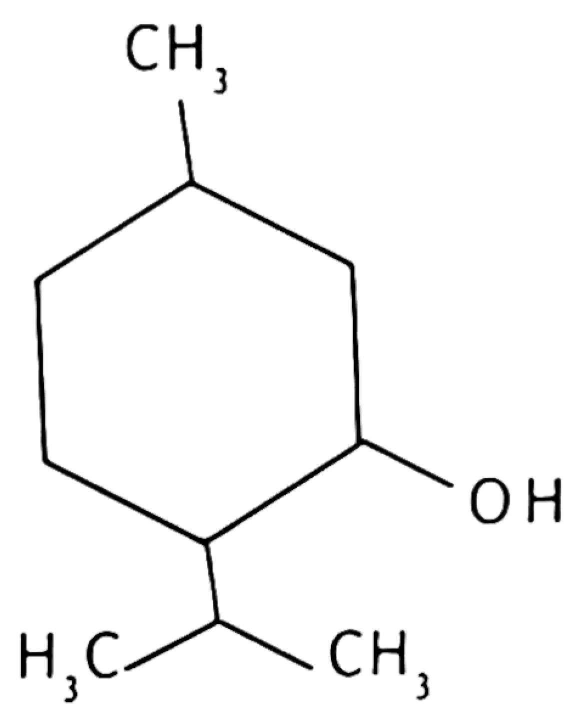
മറ്റൊന്നാണ് 'മെൻഥോൾ സിഗററ്റ്'. 1924-ലാണ് അമേരിക്കയിൽ മെൻഥോൾ കലർന്ന സിഗററ്റുകൾ വിപണിയിലെത്തുന്നത്. സിഗററ്റിന്റെ രുചി വർധിപ്പിക്കുന്നതോടൊപ്പം പുകവലികൊണ്ട് തൊണ്ടയ്ക്കും മറ്റു മുണ്ടാവുന്ന അസ്വസ്ഥതകൾ പരമാവധി കുറയ്ക്കുക എന്ന ലക്ഷ്യമാണ് 'മെൻഥോൾ സിഗററ്റ്' എന്ന ആശയത്തിനു പിറകിൽ വച്ചിരുന്നത്. നിക്കോട്ടിൻ ശരീരത്തിലുണ്ടാക്കുന്ന ദൂഷ്യങ്ങളെ മെൻഥോൾ ഒരു പരിധി വരെ ചെറുക്കുമെന്നും വാഗ്ദാനമുണ്ടായിരുന്നു. അതൊന്നും വേണ്ടത്ര തെളിയിക്കപ്പെട്ടില്ലെങ്കിലും സിഗററ്റ് കച്ചവടം വർധിച്ചു. ഇന്ന് വികസിത രാജ്യങ്ങളിൽ പകുതിയിലധികം പേരും മെൻഥോൾ സിഗററ്റുകളാണ് ഉപയോഗിക്കുന്നതത്രെ.

കച്ചവടാവശ്യങ്ങൾ വർധിച്ചതോടെ പ്രകൃതിയിൽ നിന്ന് കിട്ടുന്ന മെൻഥോൾ തികയാതായി. (ആവശ്യങ്ങൾ നിറവേറ്റുന്നതിനുള്ളതേ പ്രകൃതി യിലുള്ളൂ; അത്യാഗ്രഹത്തിനുള്ളത് വേറെ അന്വേഷിക്കണം). അങ്ങനെ കൃത്രിമ മെൻഥോൾ വന്നു. ജപ്പാനീസ് രസതന്ത്രജ്ഞനായ "റയോജി നൊയോറി" വികസിപ്പിച്ചെടുത്ത രാസത്വരകങ്ങൾ ഉപയോഗിച്ചുള്ള സംശ്ലേഷണം (synthesis) അത്യാഗ്രഹത്തിനും ശമനമേകി. റോഡിയം (Rhodium) എന്ന മൂലകത്തിന്റെ സംയുക്തങ്ങളായിരുന്നു നൊയോറി യുടെ രാസത്വരകങ്ങൾ. പ്രസ്തുത രാസപ്രവർത്തനത്തിൽ 'മിർസീൻ' (myrcene) എന്ന പ്രകൃതിജന്യ ഹൈഡ്രോകാർബണിനെ മെൻഥോൾ ആക്കി മാറ്റുന്നു. 'ടർപ്പന്റയിൻ ഓയിൽ' പോലുള്ള പ്രകൃതിജന്യ തൈല ങ്ങളിൽ അടങ്ങിയിരിക്കുന്ന പദാർഥമാണ് മിർസീൻ. ഈ രാസപ്രവർ ത്തനം വഴി വർഷത്തിൽ 3000 ടൺ മെൻഥോൾ ആണത്രേ ജപ്പാൻ കേന്ദ്ര മായി പ്രവർത്തിക്കുന്ന "ടാക്കസാഗോ ഇന്റർനാഷണൽ കോർപ്പറേഷൻ" എന്ന കമ്പനി ഉൽപാദിപ്പിക്കുന്നത്.

മിന്റ് ചെടികളിൽ നിന്നും മെൻഥോൾ വേർതിരിക്കുന്ന പ്രക്രിയ അതി ലളിതമാണ്. ചെടികൾ സമൂലമോ, ഇലകളും പൂക്കളും മാത്രമായോ പറി ച്ചെടുത്ത് ഒരു ഗ്രൈൻഡറിൽ അരച്ചെടുക്കുന്നു. ഈ അരവിനെ നീരാവി

ഉപയോഗിച്ച് സ്വേദനം നടത്തുമ്പോൾ (Steam distillation) ബാഷ്പശീല തൈലം അതായത് മിന്റ്ഓയിൽ ലഭിക്കുന്നു. ഈർപ്പരഹിത സോഡിയം സൾഫേറ്റ് ഉപയോഗിച്ച് ഓയിലിലെ ജലാംശം മുഴുവനായും നീക്കം ചെയ്യുന്നു. പിന്നീട് ഓയിലിനെ തണുപ്പിച്ച് കട്ടിയാക്കുമ്പോൾ മെൻഥോളിന്റെ പരലുകൾ വേർതിരിയുന്നു. സാധാരണ ഊഷ്മാവിൽ നിറമില്ലാത്ത പരൽ രൂപത്തിലുള്ള മെൻഥോളിന്റെ ദ്രവണാങ്കം വെറും 43°C മാത്രമാണ്. വെള്ള ത്തിൽ ലയിക്കാത്ത മെൻഥോൾ പക്ഷേ ആൽക്കഹോളിൽ ലയിക്കും.

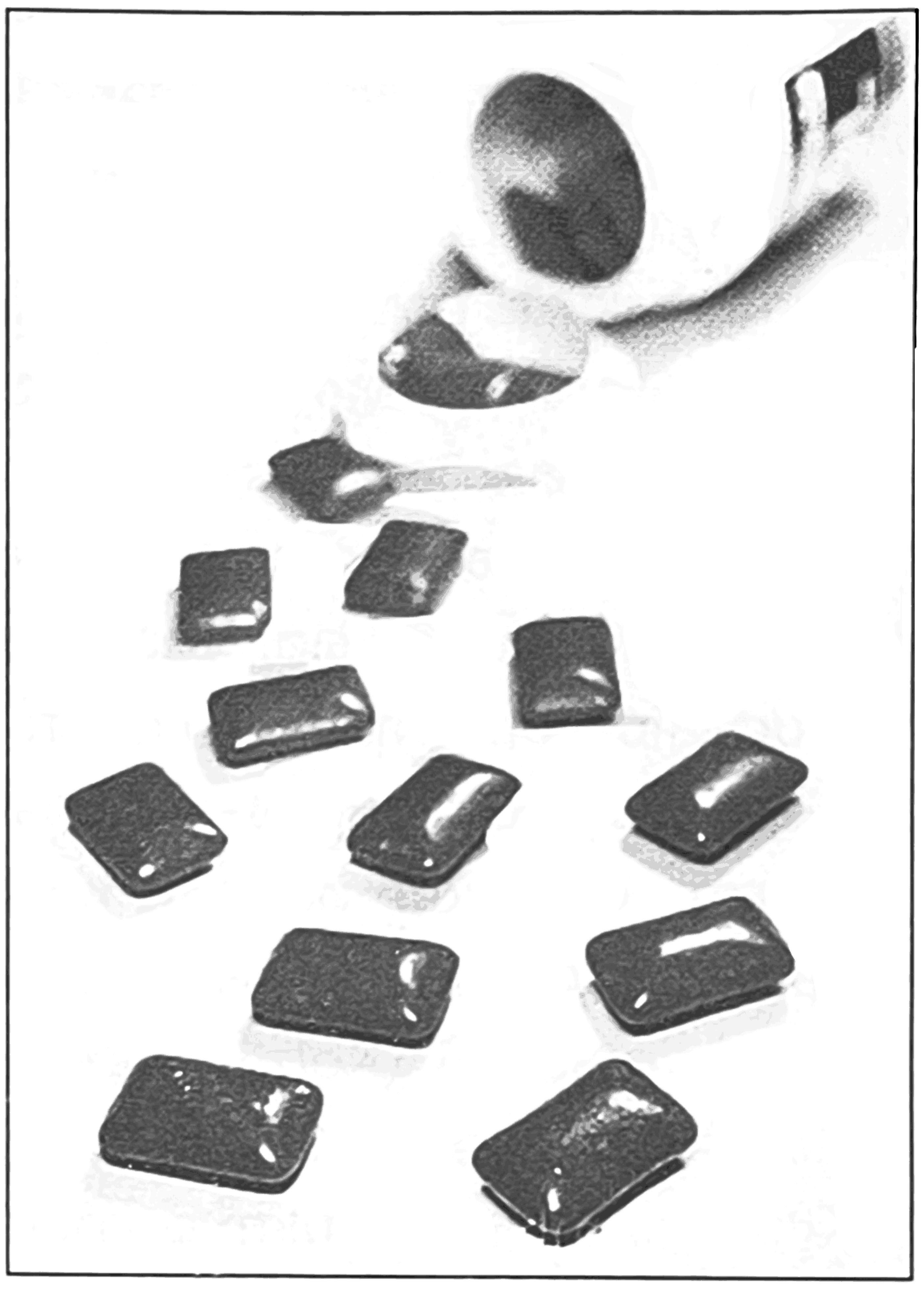
രാസഘടനപ്രകാരം ഒരു 'മോണോസൈക്ലിക് മോണോടെർപീനോയിഡ്" (Monocyclic Monoterpenoid) ആണ് മെൻഥോൾ. ഔദ്യോഗിക രാസനാമം '2-ഐസോപ്രൊപ്പൈൽ-5-മീഥൈൽ സൈക്ലോ ഹെക്സനോൾ' എന്നാണ്. നിരവധി രാസപ്രവർത്തനങ്ങളിലൂടെ കടന്നുപോയതിന് ശേഷമാണ് ശാസ്ത്രലോകം മെൻഥോളിന്റെ പ്രാഥമിക ഘടനയിലെ ത്തുന്നത്. കോട്സ് (Kotz), ഹെസെ (Hese) എന്നീ ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ ചേർന്ന് ക്രീസോൾ (Cresol) എന്ന ലളിതമായ ഫീനോ ളിൽ നിന്ന് മെൻഥോളിനെ സംശ്ലേഷണം ചെയ്തെടുത്ത തോടെയാണ് ഈ ഘടനയ്ക്ക് സാധൂകരണം ലഭിച്ചത്.



ഈ ഘടന പക്ഷെ ദ്വിമാനമല്ല, ത്രിമാനമാണ് (Three dimensional). ത്രിമാനതലത്തിൽ വിവിധ ഗ്രൂപ്പുകൾ വ്യത്യസ്ത രീതികളിൽ അഭിവിന്യസിച്ച് (orientation) എട്ട് വ്യത്യസ്ത ഐസോമെറുകൾക്ക് രൂപം കൊടു ക്കുന്നു. ഇവ വാസ്തവത്തിൽ നാലുജോടിയാണ്. ഓരോ ജോടിയും നമ്മുടെ ഇടതുകയ്യും വലതുകയ്യും പോലെ പരസ്പരം ബിംബ പ്രതിബിംബങ്ങളാണ്. ഇത്തരം ഐസോമെറുകളെ 'ഇനാൻഷ്യോമെ റുകൾ' (Enantiomers) എന്നാണ് പറയുന്നത്.

ബിംബപ്രതിബിംബങ്ങളെ (+), (-) എന്നീ ഗണിതചിഹ്നങ്ങൾ കൊണ്ടോ (d), (t) എന്നീ അക്ഷരങ്ങൾകൊണ്ടോ ആണ് സൂചിപ്പിക്കുന്നത്. മെൻ ഥോളിന്റെ കാര്യത്തിൽ ഈ ജോടികൾ മെൻഥോൾ, ഐസോമെൻഥോൾ, നിയോമെൻഥോൾ, നിയോഐസോമെൻഥോൾ എന്നിങ്ങനെ വിളിക്ക പ്പെടുന്നു. ഇവയിലെ ഒരു ജോടി മാത്രമായ മെൻഥോളിന്റെ (-) ഐസോമർ മാത്രമാണ്; അതായത് (-) മെൻഥോൾ മാത്രമാണ് പ്രകൃതിയിൽ കാണ പ്പെടുന്നത്. നിരവധി ശാസ്ത്രജ്ഞരുടെ അശ്രാന്ത നിരീക്ഷണങ്ങ ളാണ് രാസഘടനയുടെ ഈ സൂക്ഷ്മതകൾ വെളിപ്പെടുത്തിയത്. ഇവയിൽ എടുത്തുപറയേണ്ട പേരുകൾ 'എലിയൽ' (Eliel), കോളെ (Cole) എന്നിവരുടേതാണ്.

പ്രകൃതിയിൽ (-) മെൻഥോളാണ് കാണപ്പെടുന്നതെങ്കിൽ, കൃത്രിമമായി



നിർമിച്ചെടുക്കുമ്പോൾ(+) മെൻ ഥോളും(-) മെൻഥോളും മിശ്രിത മായാണ് രൂപപ്പെടുന്നത്. സങ്കീർണ്ണ മാർഗങ്ങളിലൂടെയാണ് ഇവയെ വേർ തിരിക്കുന്നത്. ഒരേ രാസഘടനയും ഒരേ രാസഭൗതികഗുണങ്ങളുമുള്ള ഇവയെ തിരിച്ചറിയുന്നത്, ഇതേ പോലെ ബിംബപ്രതിബിംബ സ്വഭാവ മുള്ള തന്മാത്രാതലങ്ങളിൽ വച്ചാണ്. ജീവശരീരത്തിൽ രുചി, മണം, ചൂട്, തണുപ്പ് എന്നിങ്ങനെയുള്ള ഇന്ദ്രി യാനുഭവങ്ങളോട് ബന്ധപ്പെട്ട ജൈവ തന്മാത്രകളാണ് ഇത് സാധിക്കുന്നത്. അവ കൃത്യമായി വിളിച്ചുപറയും (+) മെൻഥോൾ ലേശം പഴകിയതാണ്, വളിച്ചതാണ്, കയ്പുണ്ട് എന്നൊക്കെ; അതേ സമയം (-) മെൻഥോൾ പുതിയതാണ്, മധുരമുള്ളതാണ്, ഉന്മേഷ ദായകമാണ് എന്നും. (+) ഐസോമറിനേക്കാൾ നാലിരട്ടി തണുപ്പുള വാക്കാനുള്ള കഴിവ് (-) ഐസോമറിനുണ്ടെന്നും തിരിച്ചറിയപ്പെട്ടിട്ടുണ്ട്. ഊഷ്മാവ് കുറയ്ക്കാതെ തന്നെ തണുപ്പുളവാക്കുന്ന മെൻഥോളിന്റെ സൂത്രപ്പണിയും ഏറെക്കുറെ വെളിവാക്കപ്പെട്ടിട്ടുണ്ട്.

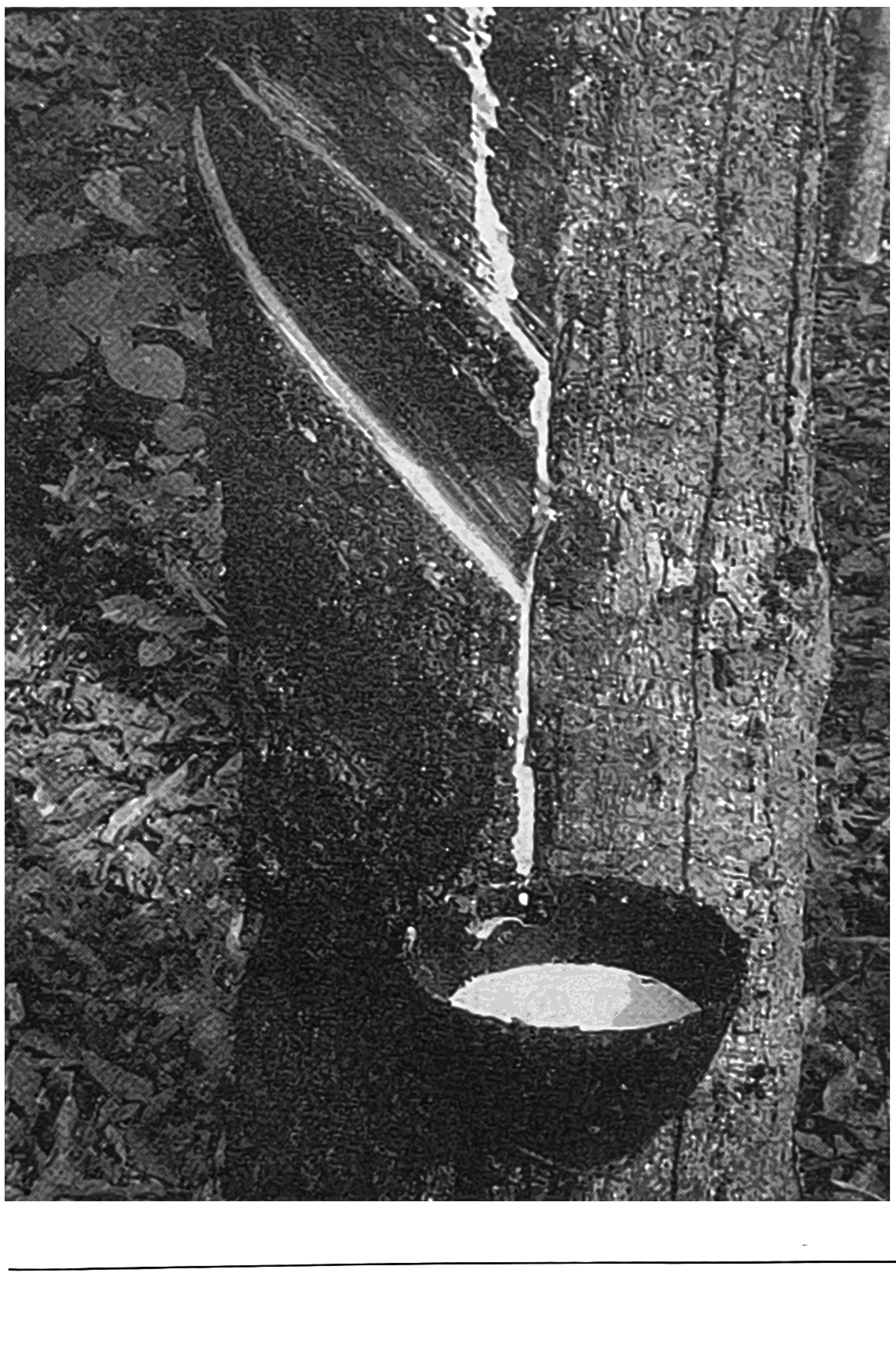
ജീവശരീരത്തിൽ ചൂടും തണുപ്പും തിരിച്ചറിയുന്ന പ്രത്യേകതരം കോശ സംവിധാനമുണ്ട്. ഉടനീളം വ്യാപിച്ചുകിടക്കുന്ന ഈ സംവിധാനം ഇതുമായി ബന്ധപ്പെട്ട സന്ദേശങ്ങൾ പുറപ്പെടുവിക്കുകയും അവ തലച്ചോറിലേക്ക് കൈമാറുകയും തൽക്ഷണം പ്രതികരണങ്ങളുളവാക്കുകയുമൊക്കെ യായി ഏറെ സങ്കീർണമായ ഒരു ജാലിക തന്നെയാണ്. ഇവയിൽ ചൂടി നെയും തണുപ്പിനെയും സ്വീകരിക്കാൻ വ്യത്യസ്ത സ്വീകാരികൾ (Receptors)· ഉണ്ട്. മെൻഥോൾ തന്മാത്രകൾ ഇതിലെ തണുപ്പ് സ്വീകാരികളെ ഉദ്ദീപിപ്പിക്കുകയാണ് ചെയ്യുന്നത്. ഈ ഉദ്ദീപനത്തെ തുടർന്നുണ്ടാകുന്ന അയോൺപ്രവാഹം ഒരു വൈദ്യുത സന്ദേശമായി നാഡീവ്യൂഹത്തെ ഉണർ ത്തുകയും തണുപ്പ് തോന്നിപ്പിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. ഇതൊരു തോന്നൽ മാത്ര മാണോ എന്ന സംശയം ഇന്നും ബാക്കിനിൽക്കുന്നു. ഈ തോന്നിപ്പിക്കലാണ് മെൻഥോളിന്റെ എല്ലാത്തരം ഔഷധോപയോഗങ്ങളുടെയും അടിസ്ഥാനം.

ഇനി ബബിൾഗം ചവയ്ക്കുമ്പോൾ, വിക്സ് പുരട്ടുമ്പോൾ മെൻ ഥോളിനെ ഓർക്കുക; തന്റെ സ്വപ്നങ്ങൾ മുഴുവൻ ശീതളസുഗന്ധമാക്കി മനുഷ്യകുലത്തിന് നവജീവൻ നൽകിയ മാലാഖയെ മറക്കാതിരിയ്ക്കുക.

12

റബ്ബറിന്റെ രഹസ്യങ്ങൾ

റബ്ബർ എന്നൊരു വസ്തു കണ്ടുപിടിക്കപ്പെട്ടില്ലായിരുന്നുവെങ്കിൽ - എങ്കിൽ വാഹനങ്ങളുടെ ടയറുകൾ മരംകൊണ്ടോ (കാളവണ്ടി) ഇരുമ്പു കൊണ്ടോ(തീവണ്ടി) നിർമിക്കേണ്ടിവരുമായിരുന്നു. ഇരുമ്പ്ചക്രം പിടിപ്പിച്ച ഇന്നോവയും മരച്ചക്രത്തിന്മേൽ കടകട ഉരുണ്ടുപോകുന്ന ഓട്ടോറിക്ഷയും സൈക്കിളും. ഓർക്കുമ്പോൾ ചിരിവരുന്നില്ലേ? ചക്രത്തിന്റെ ഭാരം മാത്രം മതി ഇന്ധനോപയോഗം ഇരട്ടിയാകാൻ. മരച്ചക്രവും ഇരുമ്പ് ചക്രങ്ങളും ഉണ്ടാക്കുന്ന ശബ്ദ കോലാഹലമോ - ഉറങ്ങാൻ മറ്റൊരു സൗരയൂഥം തന്നെ അന്വേഷിക്കേണ്ടി വരും.



റബ്ബറിന്റെയും റബ്ബറുൽപന്നങ്ങളുടെയും കണ്ടുപിടിത്തത്തിന് ആരോടാണ് നന്ദി പറയേണ്ടതെന്ന് ശാസ്ത്രലോകത്തിനും ആശയക്കുഴപ്പമുണ്ട്. ചരിത്രാതീതകാലത്ത് തന്നെ റബ്ബർമരത്തിൽ നിന്ന് ഒരു തരം പാൽ കിട്ടുമെന്നും ആ പാലുപയോഗിച്ച് ഒട്ടിക്കലുകൾ പോലുള്ള മായാജാലം നടത്താമെന്നും മനസ്സിലാക്കിയെടുത്ത തെക്കേ അമേരിക്കയിലെ 'അൽമാക്' വംശജർ; അൽമാകുകളിൽ നിന്നും പകർന്നു

കിട്ടിയ അറിവിനെ നിധിപോലെ കാത്ത 'മായൻ' വംശക്കാർ; തെക്കേ അമേരിക്കയിൽ ആദ്യമായെത്തിയ യൂറോപ്യൻ യാത്രികൻ ക്രിസ്റ്റഫർ കൊളംബസ്, 1876-ൽ ആയിരക്കണക്കിന് റബ്ബർവിത്തുകൾ ബ്രസീലിൽ നിന്ന് ഇംഗ്ലണ്ടിലേക്ക് കള്ളക്കടത്ത് നടത്തുകയും അവ മുളപ്പിച്ചെടുക്കുകയും ചെയ്ത 'ഹെൻറി വിക്കാം' (Henry Wickham), പിന്നീട് ആ റബ്ബർ തൈകളെ ഏഷ്യയിലും ആഫ്രിക്കയിലുമുള്ള തങ്ങളുടെ കോളനിപ്രദേശങ്ങളിൽ 'ബലമായി' വച്ചുപിടിപ്പിച്ച ഈസ്റ്റ് ഇന്ത്യാ കമ്പനി; 1770-ൽ ഇംഗ്ലണ്ടിൽ ആദ്യമായി കൊണ്ടുവരപ്പെട്ടപ്പോൾ തന്നെ റബ്ബർ കൊണ്ട് 'പെൻസിലെഴുത്തു'കൾ മായ്ക്കാമെന്നു കണ്ടെത്തുകയും, അങ്ങനെ ഉരച്ച് (Rub) മായ്ക്കാൻ ഉപയോഗിക്കുന്ന സാധനം എന്ന അർഥത്തിൽ 'റബ്ബർ' (ഉരപ്പൻ) എന്ന പേര് നൽകുകയും ചെയ്ത 'ജോസഫ് പ്രീസ്റ്റ്ലി' (Joseph Priestley), 1839-ൽ 'സൾഫർ' ചേർത്ത് റബ്ബറിനെ ബലപ്പെടുത്തുന്ന പ്രക്രിയയായ 'വൾക്കനൈസേഷൻ' (Vulcanisation) വികസിപ്പിച്ചെടുത്ത 'ചാൾസ് ഗുഡ്ഇയറും' (Charles Goodyear) സഹോദരൻ 'നെൽസണും', റബ്ബർ ടയർ എന്ന ആശയം മുന്നോട്ടുവച്ച 'ഡൺലപ്പ്' എന്ന ക്രാന്തദർശി - ഇങ്ങനെ റബ്ബറിന്റെ ചരിത്രത്തിന് നിരവധി അവകാശികളുണ്ട്. വിട്ടുപോകാൻ പാടില്ലാത്ത മറ്റൊരു പേരുണ്ട് - അഡോൾഫ് ഹിറ്റ്ലർ. രണ്ടാം ലോകമഹായുദ്ധകാലത്ത് ജർമനിയിലേക്കുള്ള പ്രകൃതിജന്യറബ്ബർ കയറ്റുമതി തടസ്സപ്പെട്ടപ്പോൾ ബദൽ വസ്തുക്കൾ കണ്ടെത്താൻ ഹിറ്റ്ലർ ജർമൻ ശാസ്ത്രജ്ഞരെ ശല്യപ്പെടുത്തുക തന്നെയായിരുന്നുവത്രെ. കൃത്രിമ റബ്ബർ എന്ന ആശയം പിറവിയെടുക്കുന്നത് അങ്ങനെയാണത്രെ. അമേരിക്കയിലും ജർമനിയിലും ഏതാണ്ട് ഒരേ കാലത്താണ് കൃത്രിമ റബ്ബർ യാഥാർഥ്യമാകുന്നത്; യഥാക്രമം 'നിയോപ്രീനും' (Neoprene) SBR - റബ്ബറും.

കൊളംബസ് റബ്ബർ കണ്ടെത്തിയതിനെക്കുറിച്ച് ഒരു കഥയുണ്ട്. കപ്പലിറങ്ങി വന്ന കൊളംബസ് കാണുന്നത് ഒരു 'അഴകൊഴമ്പൻ' പന്ത് തട്ടിക്കളിക്കുന്ന പ്രദേശവാസികളെയാണ് (അക്കാലത്തേ, പന്ത് തട്ടലാണ് തെക്കേ അമേരിക്കക്കാരുടെ പ്രധാന തൊഴിൽ). കൊളംബസ് ആ പന്ത് ഒന്ന് വാങ്ങി തട്ടിനോക്കി. കാണുംപോലെയല്ല, തട്ടുമ്പോൾ കാല് വേദനിക്കുന്നുണ്ട്. "ഇതെങ്ങനെയാ ഉണ്ടാക്കുന്നത്, ഇത് തുണിയോ ചണമോ"- കൊളംബസ് ചോദിച്ചു. പ്രദേശവാസികൾ അദ്ദേഹത്തെ ഒരു മരം കാണിച്ചുകൊടുത്തു; 'കരയും മരം' (Weeping tree). ആ മരത്തിന്റെ കറ ഉണക്കിയാണ് പന്തുണ്ടാക്കുന്നത്. കൊളംബസ് ആ പന്ത് യൂറോപ്പിലേക്ക് കൊണ്ടുപോയി. ഏറെക്കാലത്തിന് ശേഷമാണ് ആ പന്തിന് ഇന്നത്തെ രൂപം വരുന്നതും ഉള്ളിൽ കാറ്റ് നിറയ്ക്കാമെന്നും കാറ്റ് നിറച്ചാൽ കാല് വേദനിക്കില്ലെന്നും മനസ്സിലാക്കുന്നതും. അപ്പോഴേയ്ക്കും യൂറോപ്പിലും മറ്റും ഫുട്ബോളും ഫുട്ബോൾ

ലീഗുകളും പ്രചാരത്തിലായിരുന്നു. പഴയ പന്തിന്റെ പിൻതലമുറക്കാരനെ തേടി തെക്കേ അമേരിക്കയിലെ പുതുതലമുറക്കാർ യൂറോപ്പിൽ വിരുന്നെത്തുകയായിരുന്നു.

'യൂഫോർബിയാസി' (Euphorbiacae) കുടുംബത്തിൽപ്പെട്ട റബ്ബർമരത്തിന്റെ ശാസ്ത്രീയനാമം *'ഹെവിയ ബ്രസീലിയൻസിസ്' (Hevea brazilie-nsis)* എന്നാണ്. ഈ കുടുംബത്തിലെ മറ്റ് ചില മരങ്ങളിലും റബ്ബർ പാൽ (Latex) ലഭ്യമാണ്.

എങ്കിലും *'ബ്രസീലിയൻസിസ്'* മരങ്ങളിൽ നിന്നാണ് ഏറ്റവും ഗുണമുള്ള 'ലാറ്റക്സ്' ലഭ്യമാകുന്നത്. മലേഷ്യയാണ് ലോകത്ത് ഏറ്റവും കൂടുതൽ റബ്ബർലാറ്റക്സ് ഉൽപാദിപ്പിക്കുന്നത്. ഇന്ത്യ, ചൈന, തായ്‌വാൻ, ശ്രീലങ്ക, ബ്രസീൽ, ആഫ്രിക്കൻ രാജ്യങ്ങൾ ഇവയെല്ലാം തൊട്ടുപിറകേയുണ്ട്. ഇന്ത്യയിൽ ആദ്യത്തെ 'റബ്ബർ എസ്റ്റേറ്റ്' (Rubber plantation) നിലവിൽ വരുന്നത് 1902-ൽ കേരളത്തിലാണ്; കേരളത്തിലെ തട്ടേക്കാടാണ് ആ ചരിത്രകേന്ദ്രം.

ഏഴുവർഷം പ്രായമെത്തിയ റബ്ബർമരങ്ങളിൽ നിന്നാണ് ലാറ്റക്സ് ശേഖരിച്ചുതുടങ്ങുന്നത്. ഒട്ടുമിക്ക ഏഷ്യൻ രാജ്യങ്ങളും പാലെടുക്കാൻ ചിരട്ട തന്നെയാണ് ഉപയോഗിക്കുന്നത്. റബ്ബർ മരത്തിനകത്തെ 'ആന്തരിക സമ്മർദം' (Internal pressure) ഏറ്റവും കൂടുതലായുള്ള വെളുപ്പാൻ കാലത്താണ് സാധാരണ പാലെടുക്കുന്നത്. റബ്ബർപാൽ ഒരു 'കൊളോയിഡ്' (colloid) ആണ്. അമോണിയ ഒഴിച്ച് ഇതിനെ കട്ടിയാകാതെ സൂക്ഷിയ്ക്കാം. നിശ്ചിത അളവ് ഫോർമിക് ആസിഡോ (Formic acid) അസറ്റിക് ആസിഡോ ഒഴിച്ച് കട്ടിയാക്കുകയും ചെയ്യാം. തോട്ടങ്ങളോട് ചേർന്നുള്ള റബ്ബർമില്ലുകളിൽ വച്ച് ഇവ ഷീറ്റാക്കുന്നു; ഉണക്കുന്നു; പുക തട്ടിച്ച് ഫംഗസും മറ്റും വരാതെ സൂക്ഷിക്കുന്നു. ഇവ പിന്നീട് ഫാക്ടറികളിലെത്തിച്ച് ടയറുകളും മറ്റും നിർമിക്കുന്നു. പ്ലാസ്റ്റിക്കിലെന്നപോലെ റബ്ബറിലും മറ്റ് നിരവധി ഘടകങ്ങൾ ചേർക്കുന്നുണ്ട്. ഇവയെ 'റബ്ബർ ചേരുവകൾ' (Rubber additives) എന്ന് വിളിക്കാം. ഇവയിൽ പ്രധാനം 'വൾക്കനൈസ്' (Vulcanize) ചെയ്യാൻ ചേർക്കുന്ന സൾഫർ തന്നെയാണ്. റബ്ബറും രാസപരമായി പോളിമർ ആണ്. പോളിമർ ചങ്ങലകൾക്കിടയിൽ സൾഫർ അന്തർബന്ധനങ്ങൾ (Inter linkings) രൂപപ്പെടുത്തുന്നു. അങ്ങനെ റബ്ബർ ദൃഢമാകുന്നു.

വൾക്കനൈസ് ചെയ്ത റബ്ബറാണ് ടയറും ബെൽറ്റും ചെരുപ്പും ഉണ്ടാക്കാൻ ഉപയോഗിക്കുന്നത്. റബ്ബർഷീറ്റുകൾ വൾക്കനൈസ് ചെയ്തതും അല്ലാത്തതുമുണ്ട് (ചെറിയ കുട്ടികളുടെ കിടക്കയിലും മറ്റും വിരിയ്ക്കുന്ന ഷീറ്റ് തന്നെ). ബലൂൺ, കയ്യുറകൾ, റബ്ബർബാൻഡ് എന്നിവ റബ്ബർപാലിൽ നിന്ന് നേരിട്ടാണ് സാധാരണ നിർമിക്കുന്നത്. വൾക്കനൈസ് ചെയ്യാത്ത റബ്ബർ പൂശിയ മഴക്കോട്ടുകളാണ് യൂറോപ്പിൽ ആദ്യമായി വിതരണത്തിനെത്തിയ

വൾക്കനൈസേഷന് മുൻപ് *വൾക്കനൈസേഷന് ശേഷം*

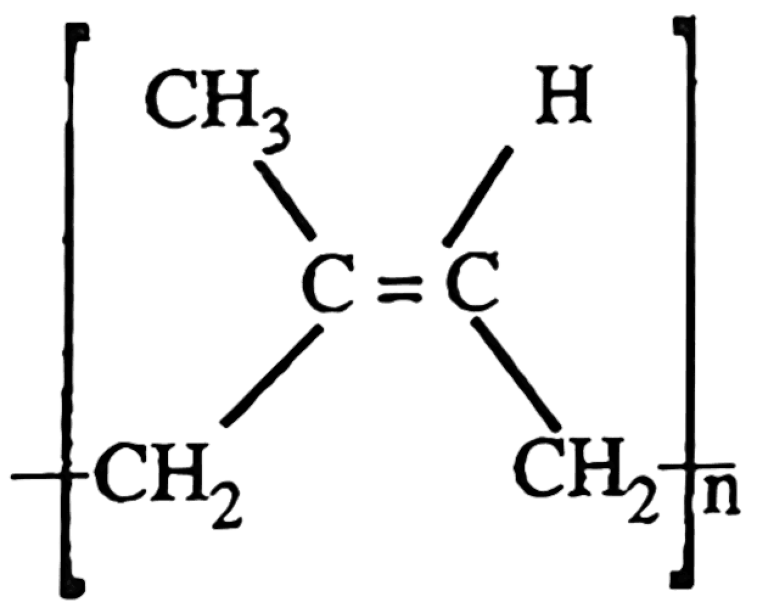
റബ്ബർ ഉൽപന്നം. മകിൻടോഷ് കമ്പനിയാണ് ഇത് നിർമിച്ചത്. റബ്ബറിലെ സൾഫറിന്റെ അളവ് 30ശതമാനത്തിലധികം കൂടിയാൽ അത് കാഠിന്യമേറിയ 'എബണൈറ്റ്' എന്ന വസ്തുവാകും. ഇതും 'ഗുഡ്ഇയറിന്റെ' സംഭാവനയാണ്. എബണൈറ്റിനെ ഒരു പ്ലാസ്റ്റിക് ആയും കണക്കാക്കുന്നുണ്ട്. ആദ്യകാലത്ത് 'വൈദ്യുതരോധക'മായി ഉപയോഗിച്ചിരുന്ന എബണൈറ്റ് പണിയായുധങ്ങളുടെ (Tools) പിടിയും മറ്റും നിർമിക്കാൻ ഇന്നും ഉപയോഗിക്കുന്നുണ്ട്.

'2-മീഥൈൽ- 1,3- ബ്യൂട്ടാഡയീൻ' എന്ന 'ഐസോപ്രീനി'ന്റെ (Isoprene) പോളിമർ ആണ് പ്രകൃതിജന്യ റബ്ബർ (Natural Rubber).

$$CH_2 = \underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{C}} - CH = CH_2 \rightarrow (CH - \underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{C}} = CH - CH_2)_n$$

ഐസോപ്രീൻ പോളിഐസോപ്രീൻ

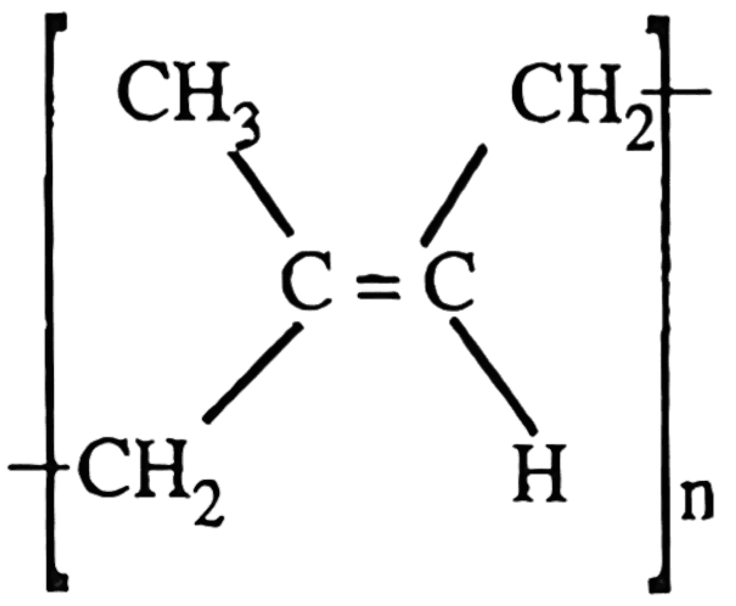
പോളി ഐസോപ്രീൻ പിന്നീട് കൃത്രിമമായും നിർമിക്കപ്പെട്ടിട്ടുണ്ട്. ഇതിന് രണ്ട് 'ഐസോമറുകൾ' ഉണ്ട്. ഒന്നിൽ ദ്വിബന്ധനത്തിന്റെ (double bond) ഇരുവശത്തുമുള്ള ഗ്രൂപ്പുകൾ ഒരേ വശത്തായിരിക്കും. അത് പോളിമർ ചങ്ങലയെ മടങ്ങിച്ചുരുണ്ട് പോകാൻ സഹായിക്കുന്നു. ഇതിനെ 'സിസ്' (cis) ഐസോമർ എന്നാണ് വിളിക്കുന്നത്. ഇതാണ് പ്രകൃതിജന്യ റബ്ബർ.



(രണ്ടു ഗ്രൂപ്പുകളും ഒരേ വശത്ത് - cis)

ഗ്രൂപ്പുകൾ എതിർവശത്തായാൽ അതിനെ 'ട്രാൻസ്' (trans) ഐസോമർ എന്നാണ് വിളിക്കുന്നത്. ഇവിടെ ചങ്ങലകൾ വലിഞ്ഞുനീണ്ട് ദൃഢ

മാകുന്നു. ഈ ഐസോമറിന് പ്ലാസ്റ്റിക് സ്വഭാവമാണ്. ഇതിനെ 'ഗുട്ടാപെർക' (Gutta percha) എന്നാണ് വിളിക്കുന്നത്. *'പലേക്വിയം ഗുട്ടാ' (Palaquium gutta)*എന്ന മരത്തിന്റെ (റബ്ബർകുടുംബം തന്നെ) ലാറ്റക്സിൽ ഈ 'ട്രാൻസ്' സംയുക്തമാണുള്ളത്.



(ഗ്രൂപ്പുകൾ എതിർവശത്ത് - trans)

ടയർ നിർമാണത്തിൽ പിൽക്കാലത്ത് പ്രകൃതിജന്യറബ്ബറും കൃത്രിമ റബ്ബറും ചേർത്തുപയോഗിക്കുന്ന രീതി നിലവിൽ വന്നു. എസ് ബി ആർ (SBR) എന്ന സ്റ്റൈറിൻ-ബ്യൂട്ടാഡയീൻ (Styrene- butadiene) റബ്ബറാണ് പ്രധാനമായും ഉപയോഗിക്കുന്ന കൃത്രിമ റബ്ബർ. ടയറിന്റെ ട്യൂബ് (tube) നിർമിക്കാൻ 'ബ്യൂട്ടൈൽ റബ്ബർ' (Butyl rubber) ആണ് ഉപയോഗിക്കുന്നത്. പന്തുകൾക്കകത്തെ ബ്ലാഡറും വായു ഒട്ടും ചോർന്നുപോകാത്ത ബ്യൂട്ടൈൽ റബ്ബർ കൊണ്ടാണുണ്ടാക്കുന്നത്. SBR ജർമനിയിൽ വികസിപ്പിച്ചെടുത്ത താണ്. ടയറിന്റെ ട്രെഡ് (Tread - റോഡിൽ ഉരയുന്ന ഭാഗം) പലപ്പോഴും SBR ആണ്. മുൻചക്രവും (Rib tyre) പിൻചക്രവും (Lug tyre) വ്യത്യസ്ത ചേരുവകൾകൊണ്ടാണുണ്ടാക്കുന്നത്. വിമാനത്തിന്റെ ടയറുകൾ നിർമി ക്കപ്പെടുന്നത് ഇപ്പോഴും പ്രകൃതിജന്യ റബ്ബർ കൊണ്ടു തന്നെയാണ്. ടയറിന്റെ കറുപ്പ് നിറം അതിൽ ചേർക്കുന്ന കരിയുടേതാണ്. കരി ഇവിടെ ഫില്ലർ ആണ്. ആദ്യകാലത്ത് കളിമണ്ണ് ഫില്ലർ ആയി ഉപയോഗിച്ചിരുന്നു വത്രെ. അന്ന് ടയറിന്റെ നിറം വെളുപ്പായിരുന്നു.

1931-ൽ അമേരിക്കയിലെ ഡ്യൂപോണ്ട് കമ്പനി വികസിപ്പിച്ചെടുത്ത 'നിയോപ്രിൻ' (Neoprene) ആണ് ആദ്യത്തെ കൃത്രിമ റബ്ബറായി രേഖ പ്പെടുത്തപ്പെട്ടിരിക്കുന്നത്. ഇത് 2-ക്ലോറോ ബ്യൂട്ടാഡയീനിന്റെ പോളി മർ ആണ്.

$$CH_2 = \underset{\displaystyle Cl}{\underset{|}{C}} - CH = CH_2 \longrightarrow (CH_2 - \underset{\displaystyle Cl}{\underset{|}{C}} = CH - CH_2)_n$$

(ക്ലോറോപ്രീൻ) (പോളിക്ലോറോപ്രീൻ)

2-ക്ലോറോ ബ്യൂട്ടാഡയീൻ നിയോപ്രിൻ

നിയോപ്രിൻ പക്ഷേ ടയർനിർമാണത്തിലല്ല, ബെൽറ്റുകൾ (Conveyor belts), രാസവസ്തുക്കളോട് പ്രതിരോധമുള്ള വസ്തുക്കൾ എന്നിവ നിർമിക്കാനാണ് ഉപയോഗിക്കപ്പെടുന്നത്.

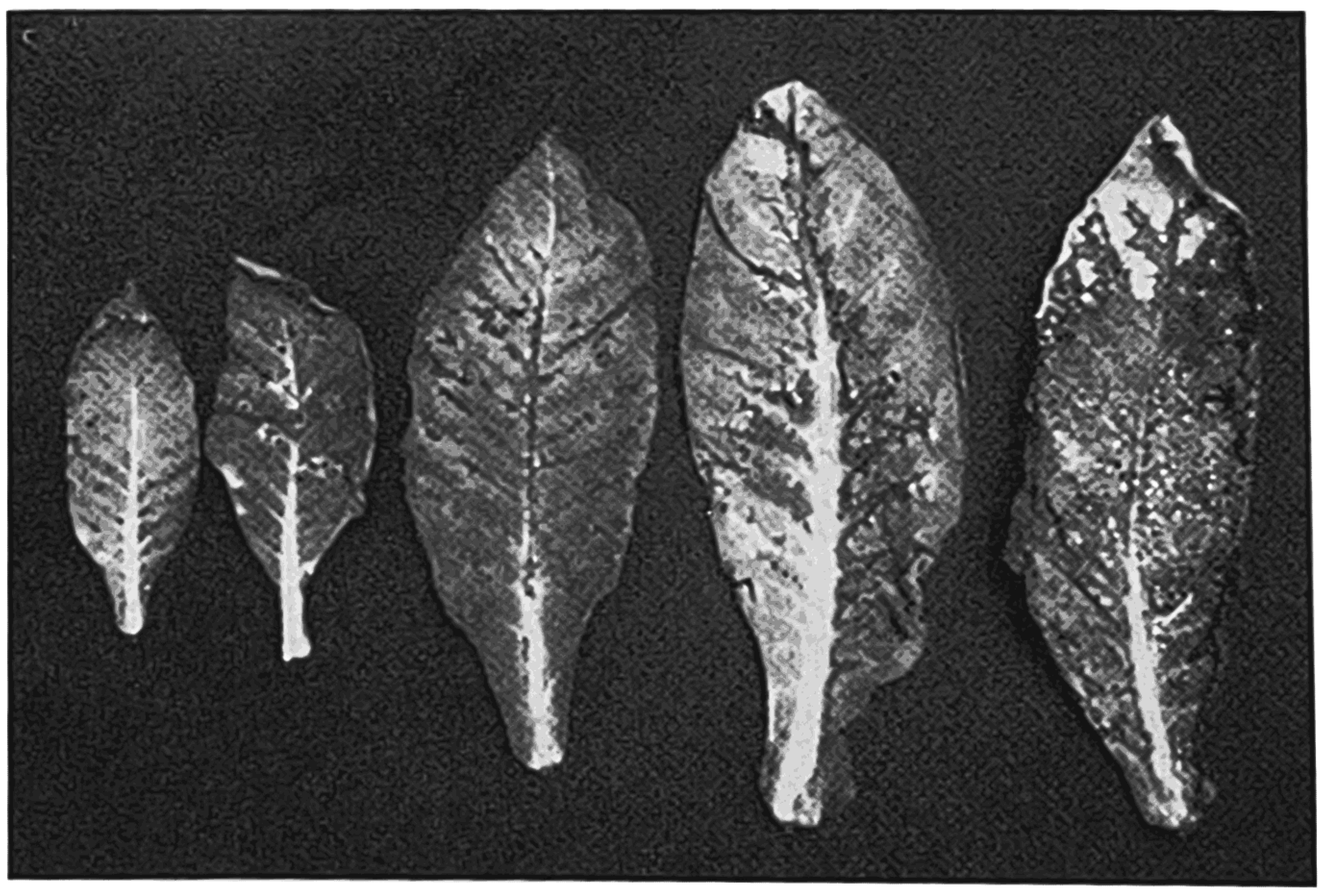
വേറെയും കൃത്രിമ റബ്ബറുകളുണ്ട്. സിലിക്കോൺ റബ്ബർ (Silicone rubber) - പാൽക്കുപ്പികളുടെ നിപ്പിൾ നിർമിക്കുന്നത്, പോളിയൂറത്തീൻ (poly urethane) - കിടക്കയുണ്ടാക്കുന്നത്, 'എഥിലിൻ-പ്രൊപ്പിലിൻ റബ്ബർ' - സ്പോർട്സ് ഉപകരണങ്ങൾ നിർമിക്കുന്നത് എന്നിങ്ങനെ തൽക്കാലം അവയെ ലളിതവൽകരിക്കാം. രണ്ട് റബ്ബറുകളെ കൂട്ടിയോജിപ്പിച്ചും റബ്ബറും പ്ലാസ്റ്റിക്കും കൂട്ടിക്കലർത്തിയും വ്യത്യസ്ത ഉപയോഗങ്ങൾ കണ്ടെത്തിയിട്ടുണ്ട്. റബ്ബറിൽ നാരുകൾ (Fibre) ചേർത്തും ഉൽപന്നങ്ങളുണ്ട്. ഇവയെല്ലാം സാധ്യമായത് രാസത്വരകങ്ങളുടെയും രാസപ്രവർത്തനരഹസ്യങ്ങളുടെയും (Reaction mechanism) മേഖലയിൽ രസതന്ത്രം നടത്തിയ വൻ മുന്നേറ്റത്തിലൂടെയാണ്.

13

പുകയിലയും നിക്കോട്ടിനും

ലോകത്തിൽ ഏറ്റവുമധികം ഉപയോഗിക്കപ്പെടുന്ന ലഹരിപദാർഥമാണ് പുകയില. കുരുമുളകും ഉരുളക്കിഴങ്ങും ഉൾപ്പെട്ട 'സൊളാനേസിയെ' (Solanaceae) എന്ന സസ്യകുടുംബത്തിലാണ് പുകയിലച്ചെടിയുടെ ഇടം. ഹിന്ദിയിൽ 'തസാക്ക്' എന്നും സംസ്കൃതത്തിൽ 'ധുമ്രപത്രം' എന്നും വിളിക്കപ്പെടുന്ന ഈ വിവാദ സസ്യത്തിന്റെ ശാസ്ത്രനാമം *'നിക്കോട്ടിയാന ടബാക്കം' (Nicotiana tabacum)* എന്നാണ്. പുകയിലയിൽ നിന്ന് വേർതിരിച്ചെടുക്കുന്ന ഏറ്റവും പ്രധാനപ്പെട്ട സംയുക്തമാണ് നിക്കോട്ടിൻ എന്ന ആൽക്കലോയിഡ് (Alkaloid).

പുകയിലയുടെ ചരിത്രം ബി. സി. 6000ത്തോളം ആഴ്ന്നു കിടക്കുന്നതാണ്. ആദിമഗോത്രങ്ങൾ പുകയിലയെ സ്രഷ്ടാവിന്റെ പാരിതോഷികമായി ആരാധിച്ചു. ഉള്ളിലേക്ക് വലിച്ചെടുത്ത് (കഴിയുന്നത്ര നേരം ഉള്ളിൽ നിർത്തി) പുറത്ത് വിടുന്ന പുകയിൽ മനുഷ്യന്റെ ചിന്തകളും പ്രാർഥനകളും കലർന്നിരിക്കുമെന്നും, ധൂമച്ചുരുളുകൾ ആ പ്രാർഥനകളെ ദേവസ്ഥാനത്ത് കൊണ്ടെത്തിക്കുമെന്നും അവർ വിശ്വസിച്ചിരുന്നുവത്രെ. അമേരിക്കയിലെ ആദിമവംശമായ 'മായന്മാരുടെ' (Mayan Indians) ശിലാചിത്രങ്ങളിൽ 'പുകയിലയുടെ ദിവ്യമഹത്വം' കണ്ടെത്തിയിട്ടുണ്ട്. പുകയിലയുടെ ഉത്തേജക സ്വഭാവവും, കടുപ്പമേറിയ ഔഷധഗുണവും



മനസ്സിലാക്കിയെടുത്ത ആദിമമനുഷ്യൻ അതിനെ മതചടങ്ങുകളുടെ ഭാഗമാക്കി ദിവ്യപ്പെടുത്തി. വേദനാസംഹാരിയായും വിഷാണുനാശിനിയായുമാണ് ആദ്യകാലത്ത് പുകയില ഉപയോഗിച്ചിരുന്നത്. ഇന്ത്യ, ചൈന, ജപ്പാൻ, പ്രാചീന അമേരിക്ക എന്നിവിടങ്ങളിൽ ഒരു നവോന്മേഷഔഷധമായും (Recreational drug) പുകയില പ്രചാരം നേടി. ആയുർവേദത്തിലും പുകയിലയടങ്ങിയ ഔഷധപ്രയോഗങ്ങളുണ്ട്. വാതരോഗങ്ങളിൽ ധാരചെയ്യാനും, കാഞ്ഞിരക്കുരുവിന്റെ വിഷത്തിന് അകത്തേക്ക് കഴിയ്ക്കാനും പുകയിലക്കഷായം നിർദ്ദേശിക്കപ്പെട്ടിരുന്നു. മൃഗങ്ങൾക്കുണ്ടാകുന്ന വിരശല്യത്തിന് വീര്യം കൂടിയ കഷായമാണ് കൊടുത്തിരുന്നത്. പാമ്പുകടിയേറ്റ ആളെ പുകയിലക്കഷായത്തിന്റെ 'തെളി' കുടിപ്പിച്ചാൽ വിഷം ഛർദ്ദിച്ചുപോകുമെന്നൊരു പ്രയോഗവുമുണ്ട്. പുകയിലക്കഷായം ഇക്കാലത്തും ഫലപ്രദമായ ഒരു കീടനാശിനിയായി ഉപയോഗിക്കുന്നുണ്ടല്ലോ. നാട്ടുചികിത്സയിലാകട്ടെ ദന്തരോഗങ്ങൾക്കും മലബന്ധത്തിനും പണ്ടുതൊട്ടിന്നോളം ഇതിനോളം വിശേഷപ്പെട്ട മറ്റൊരു ഔഷധമില്ല.

ഇവയൊന്നുമല്ല നവോന്മേഷവും ലഹരിയും തന്നെയാണ് പുകയിലയുടെ പ്രചാരത്തിന് കാരണമായത്. വെറ്റില കൂട്ടി മുറുക്കലും ഹുക്ക പുകച്ച് വലിയ്ക്കലുമൊക്കെ സംസ്കാരങ്ങളുടെ തന്നെ ഭാഗമാവുകയായിരുന്നു. പഴയകാലത്ത് ഇതിന് മുറുക്കാന്റെയും ചുരുട്ടിന്റെയും മൂക്കുപ്പൊടിയുടെയും രൂപമായിരുന്നെങ്കിൽ, നവലോകത്ത് സിഗററ്റിന്റെയും പാൻമസാലയുടെയും ഭാവമാണെന്നേ വ്യത്യാസമുള്ളൂ.

ലോകത്ത് ഏറ്റവുമധികം പുകയില ഉൽപാദിപ്പിക്കുന്നത് അമേരിക്കയാണ്. പണ്ടും അതങ്ങനെ തന്നെയായിരുന്നു. 1492-ൽ കരീബിയൻ ദ്വീപുകളിലെത്തിയ കൊളംബസിന് പ്രദേശവാസികൾ കൊടുത്ത പല സമ്മാനങ്ങളിലൊന്നായിരുന്നു പുകയിലച്ചെടി. കൊളംബസിനൊപ്പം പോർച്ചുഗലിലെത്തിയ ചെടി പെട്ടെന്ന് വേരുപിടിച്ചു. പോർച്ചുഗലിലെ ഫ്രഞ്ച് അംബാസിഡറായിരുന്ന 'ജീൻ നിക്കോട്ട്' (Jean Nicot) 1559-ൽ ഒരു പ്രത്യേക ദൗത്യവുമായാണ് രാജാവിനെ സന്ദർശിക്കാനെത്തിയത്. ആറുവയസ്സുകാരിയായ ഫ്രഞ്ച് രാജകുമാരിയും അഞ്ചുവയസ്സുകാരനായ പോർച്ചുഗീസ്

രാജകുമാരനും തമ്മിലുള്ള വിവാഹാലോചനയായിരുന്നു ആ ദൗത്യം. ദൗത്യത്തിനെന്തു സംഭവിച്ചു എന്നറിഞ്ഞുകൂടാ, ദൂതൻ മടങ്ങിയത് വിശിഷ്ടമായൊരു സമ്മാനവുമായിട്ടായിരുന്നു. നവോന്മേഷദായകമായ ഒരു ഔഷധച്ചെടി. തനിക്ക് കിട്ടിയ സമ്മാനം നിക്കോട്ട് ഫ്രഞ്ച് കൊട്ടാരത്തിൽ സമർപ്പിച്ചു. അമ്മമഹാറാണിയാണ് ആദ്യം അതിൽ വീണുപോയത് (റാണിക്ക് കടുത്ത പല്ലുവേദനയോ മറ്റോ കാണും). പിന്നെ മാൾട്ടയിലെ ഫാദർ സുപ്പീരിയറും ശിഷ്യന്മാരും. നിക്കോട്ട് ശരിക്കും ഒരു വീരനായകനായി. ഫ്രഞ്ചുകാർ ആ ചെടിയെ 'നിക്കോട്ടിന' (Nicotina) എന്നുവിളിച്ചു. ശാസ്ത്രലോകം പിന്നീടത് മോടിപിടിപ്പിച്ച് *'നിക്കോട്ടിയാന' (Nicotiana)* എന്നാക്കി. പിന്നീട് വേർതിരിച്ചെടുക്കപ്പെട്ട ഏറ്റവും പ്രധാനപ്പെട്ട ആൽക്കലോയിഡും നിക്കോട്ടിനെ അനശ്വരപ്പെടുത്തി. അപ്പോഴേക്കും യൂറോപ്പിൽ 'നിക്കോട്ടിയാന' മദംപൊട്ടി ഒഴുകിപ്പടർന്നിരുന്നു. ഏഷ്യയിലും അമേരിക്കയിലും ആഫ്രിക്കയിലുമൊക്കെ ആ പുക പടർന്നുകഴിഞ്ഞിരുന്നു. 16, 17 നൂറ്റാണ്ടുകളിൽ പണത്തിനു പകരമുള്ള വിനിമയവസ്തുവായിപ്പോലും പുകയില ഉപയോഗിക്കപ്പെട്ടിരുന്നുവത്രെ. 'സ്വർണതുല്യം' എന്നാണത്രെ അക്കാലത്തെ വിപണി പുകയിലയെ വിശേഷിപ്പിച്ചിരുന്നത്. 'തുടങ്ങിക്കിട്ടിയാൽ നിർത്തിക്കിട്ടാൻ ഏറ്റവും വിഷമംപിടിച്ച ദുശ്ശീലമാണ് പുകവലി' എന്ന 'അമേരിക്കൻ ഹാർട്ട് അസോസിയേഷന്റെ' കണ്ടെത്തൽ ഇതിനോട് ചേർത്ത് വായിക്കാവുന്നതാണ്. ഈ സത്യം 1610-ൽത്തന്നെ സർ ഫ്രാൻസിസ് ബേക്കൺ (Francis Bacon) വിളിച്ചുപറഞ്ഞിരുന്നു.

"ഏതു തെണ്ടിയാടാ ഈ സിഗററ്റ് കണ്ടുപിടിച്ചത്" എന്നൊരു ചോദ്യമുണ്ട്. വലിക്കാനൊന്നും കിട്ടാതെ വലിഞ്ഞുമുറുകിപ്പോയൊരു വലിശീലക്കാരന്റെ നിലവിളിയാണത്. എന്നാൽ "സ്പെയിനിലെ തെണ്ടികൾ" എന്നാണ് അതിന്റെ ഉത്തരം. 'സെവില്ലത്തെരുവി'ലെ പിച്ചക്കാർക്ക് പുകയില പണം കൊടുത്ത് വാങ്ങാൻ കഴിയുമായിരുന്നില്ല. ധനികന്മാർ വലിച്ച് തീർന്ന് വലിച്ചെറിഞ്ഞുപോയ ചുരുട്ടിൻ കഷ്ണങ്ങൾ (പുകയില അപ്പാടെ ചുരുട്ടിയത്) അവർ പെറുക്കിയെടുത്തു. നേരിട്ടുകത്തിച്ച് വലിച്ചാൽ ചുണ്ടു പൊള്ളും. വിരലും പൊള്ളും. താടിക്ക് തീപ്പിടിക്കും. അങ്ങനെ അവർ ആ പുകയില കഷ്ണങ്ങൾ ഒരു ചീന്തുകടലാസിൽ പൊതിഞ്ഞു ചുരുട്ടി, കത്തിച്ചുവലിച്ച് സായൂജ്യമടഞ്ഞു. പിച്ചക്കാരനാര് പേറ്റന്റ് കൊടുക്കാൻ? ആ പണി പലരും കണ്ടുപഠിച്ചു. അങ്ങനെ ഒരു പുതിയ തൊഴിൽ ഉദയം ചെയ്തു. ബീഡിതെറുപ്പ്, സിഗററ്റ് നിർമാണം, രാവിലെത്തൊട്ട് വൈകുന്നേരം വരെ ഇരുന്ന് തെരയ്ക്കുക തന്നെ (വലിക്കുകയുമാവാം). ഇതിനിടയിൽ പാട്ട് പാടാം, കേൾക്കാം, മനോരാജ്യം കാണാം, ഏഷണി പറയാം, രാഷ്ട്രീയം പറയാം. തെരച്ച് തെരച്ച് തൊഴിലാളികൾ രോഗികളായെങ്കിൽ

തൊഴിലുടമകൾ കോടിപ്രഭുക്കളായി. പുകയില ഒരു വൻ വാണിജ്യവിളയായി.

1881-ൽ "ജെയിംസ് ബോൺസാക്" (James Bonsack) എന്ന ശാസ്ത്ര വ്യവസായി 'സിഗററ്റ്യന്ത്രം' നിർമിച്ചെടുത്തതോടെ ഉൽപാദനവിസ്ഫോടനമായി. സാധാരണക്കാരനുള്ളത്, പ്രഭുവിനുള്ളത്, സ്ത്രീകൾക്കുള്ളത്, (കുട്ടികൾക്കുള്ളതില്ല) സൈനികർക്കുള്ളത് (solidier's smoke) അരിപ്പ (filter)യുള്ളത് - അങ്ങനെ വിവിധ ബ്രാൻഡുകൾ, പരസ്യങ്ങൾ. ബീഡി ബുദ്ധിജീവിയുടെയും സിഗററ്റ് പ്രമാണിയുടെയും ലക്ഷണമായി എല്ലാ മൂന്നാംലോകരാജ്യങ്ങളും കൊണ്ടാടി. മാധ്യമങ്ങൾ പരസ്യപ്പുക പടർത്തി. 1950-ഓടെയാണ് പുകവലി മാരകമായൊരു വിപത്താണെന്ന് ഔദ്യോഗികമായി അംഗീകരിക്കപ്പെടുന്നത്. ശ്വാസകോശാർബുദമടക്കമുള്ള പല പല വൻരോഗങ്ങൾക്കും വിത്തിടുക എന്ന രഹസ്യ അജണ്ട കൂടി പുകയിലയിലുണ്ടെന്ന് ശാസ്ത്രലോകം മുറവിളികൂട്ടി. സ്രഷ്ടാവിന്റെ പാരിതോഷികമല്ല, ചെകുത്താന്റെ കൂടോത്രമാണെന്ന് മതങ്ങൾ മൊഴിമാറ്റി. ആര് കേൾക്കാൻ. സിഗററ്റ് കൂടിന് പുറത്ത് 'പുകവലി ആരോഗ്യത്തിന് ഹാനികരം' എന്നൊരു ഉറുസ് ലിപി വരച്ചുവച്ച് വലിയന്മാരും വ്യവസായികളും മുന്നേറി. ലോകാരോഗ്യസംഘടനയുടെ കണക്കുപ്രകാരം വർഷത്തിൽ 5.4ദശലക്ഷം മനുഷ്യരാണ് പുകവലിയിലൂടെ മരണമടയുന്നത്. "ഏറ്റവും ഭീകരം എങ്കിലും തടയാവുന്ന മരണകാരണം" എന്ന് സംഘടന പുകവലിയെ വിലയിരുത്തുന്നു. മഹാഭാരതത്തിൽ യക്ഷൻ

പുകവലിയിലൂടെ
വാങ്ങിക്കൂട്ടുന്ന രോഗങ്ങൾ

1. രക്താർബുദം, ശ്വാസകോശാർബുദം
2. പാൻക്രിയാസ്, വൃക്കകൾ, ഉദരം എന്നിവയിലെ അർബുദം
3. തിമിരം
4. ദന്തരോഗങ്ങൾ, മോണരോഗങ്ങൾ
5. രക്തക്കുഴലിൽ ടാർ അടിഞ്ഞ് ഉണ്ടാകുന്ന രോഗങ്ങൾ - കൊളസ്ട്രോൾ, കാർബൺ മോണോക്സൈഡ് എന്നിവയുടെ അളവ് കൂടുന്നു. ഓക്സിജന്റെ അളവ് കുറയുന്നു. രക്തക്കുഴലുകൾക്ക് ക്ഷതം.
6. ക്ഷയം, ചുമ, വർധിച്ച കഫം.
7. ഹൃദയസംബന്ധമായ അസുഖങ്ങൾ, ഹൃദ്രോഗം.
8. ശ്വാസതടസ്സം, ബ്രോങ്കൈറ്റിസ്
9. ത്വക്‌രോഗങ്ങൾ
10. അൾസർ
11. രോഗമല്ലെങ്കിലും ദാരുണമരണം.

പുകയിലയിൽ 400ൽ അധികം വിഷവസ്തുക്കളും 4000ത്തിലധികം രാസസംയുക്തങ്ങളുമുള്ളതായി വിദഗ്ധപഠനങ്ങൾ തെളിയിച്ചിട്ടുണ്ട്. അവയിലൊന്നു മാത്രമാണ് നിക്കോട്ടിൻ. അവൻ തന്നെയാണ് താരം.

യുധിഷ്ഠിരനോട് ചില പ്രയാസമേറിയ ചോദ്യങ്ങൾ ഉന്നയിക്കുന്നുണ്ട്. അതിലൊന്ന് "ലോകത്തിലെ ഏറ്റവും വലിയ അത്ഭുതമെന്താണ്" എന്നാണ്. യുധിഷ്ഠിരൻ പറയുന്നു: "നമുക്കു ചുറ്റുമുള്ളവർ ഓരോരുത്തരായി മരിച്ചുപോകുന്നത് നാം കാണുന്നു. ഇത് കണ്ട് നമ്മളും ഒരുനാൾ മരിച്ചുപോകുമെന്ന് നാം മനസ്സിലാക്കുന്നു. എന്നിട്ടും നമ്മൾ സ്വാർഥലാഭങ്ങൾക്കായി പരസ്പരം പോരടിയ്ക്കുന്നു. ലോകവസ്തുക്കളിൽ ആസക്തരായി പരക്കം പായുന്നു. ഇതുതന്നെയാണ് ലോകത്തിലെ ഏറ്റവും വലിയ അത്ഭുതം."

ഇവിടെ, പുകയിലയോടുള്ള ആസക്തി നിലനിർത്തുന്നത് മറ്റൊന്നുമല്ല, നിക്കോട്ടിൻ എന്ന ആൽക്കലോയ്ഡ് ആണ്. സസ്യജന്യ ആൽക്കലികളാണ് ആൽക്കലോയ്ഡുകൾ. ഇവ നൈട്രജൻ അടങ്ങിയിട്ടുള്ള ഓർഗാനിക് സംയുക്തങ്ങളാണ്. കൊക്കെയ്ൻ, മോർഫീൻ എന്നീ മയക്കുമരുന്നുകളും, ക്വനൈൻ എന്ന മലേറിയാ ഔഷധവും ഈ വിഭാഗത്തിൽപ്പെടുന്നവയാണ്. ജീവശരീരത്തിലെ വിവിധ ഘടകങ്ങളോട് പ്രതിപ്രവർത്തനത്തിലേർപ്പെടുന്നതിൽ പ്രത്യേക കഴിവുള്ളവയാണ് ഓരോ ആൽക്കലോയ്ഡും.

പുകവലിക്കുമ്പോൾ നിക്കോട്ടിൻ രക്തത്തിൽ കലരുന്നു. നിക്കോട്ടിൻ കലർന്ന രക്തം ഏഴുസെക്കന്റുകൾക്കകം ശ്വാസകോശത്തിൽ നിന്നും തലച്ചോറിലെത്തുന്നു. നിക്കോട്ടിന്റെ സ്പർശനം മസ്തിഷ്കത്തെ ഉത്തേജിപ്പിക്കുന്നു. തുടർന്ന് പലപല ജൈവരാസസംയുക്തങ്ങളുടെ ഒരു പ്രവാഹം തന്നെയാണ് നടക്കുന്നത്. അസറ്റൈൽ കോളിൻ (Acetyl choline), ആർഗിനിൻ (Arginine), എപിനെഫ്രിൻ (Epinephrine) എന്നിവ അവയിൽ ചിലതു മാത്രമാണ്.' നാഡീസംവേദനവുമായും, ഹോർമോണുകളുമായും ബന്ധപ്പെട്ട ഈ സംയുക്തങ്ങളാണ് തുടർന്ന് കാര്യങ്ങൾ നിയന്ത്രിക്കുന്നത്. അസറ്റൈൽ കോളിന്റെ ഉൽപാദനം ശരീരത്തെ ജാഗരൂകമാക്കുന്നു, ഏകാഗ്രത വർധിപ്പിക്കുന്നു, ഓർമശക്തി വർധിപ്പിക്കുന്നു. മറ്റൊരു സംയുക്തമായ 'എൻഡോർഫിൻ' ആകാംക്ഷ കുറയ്ക്കുന്നു. 'നോർപൈൻഎപ്രിൻ' വേദനകളെ സഹനീയമാക്കുന്നു. മുറുക്കാനിലൂടെയോ മൂക്കുപൊടിയിലൂടെയോ നിക്കോട്ടിൻ അകത്ത് ചെല്ലുമ്പോഴും രക്തത്തിൽ കലരുമ്പോഴുമൊക്കെ ഇതുതന്നെയാണ് സംഭവിക്കുന്നത്.

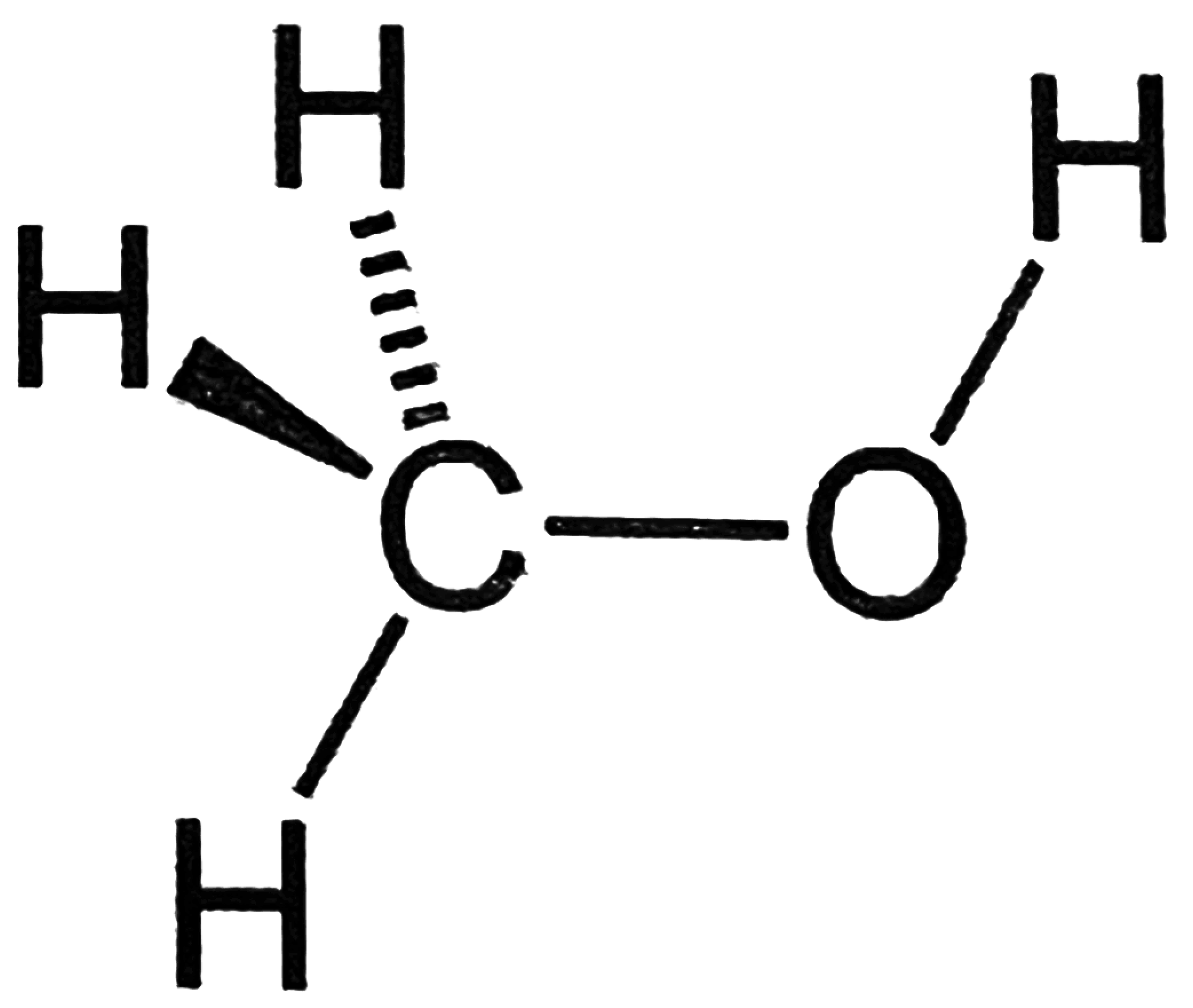
അഡിക്ഷൻ ഉണ്ടാക്കുന്നത് നിക്കോട്ടിൻ ഒറ്റയ്ക്കല്ലെന്നും പുകയിലയിൽത്തന്നെയുള്ള മറ്റ് ഘടകങ്ങളുമായി കൂടിച്ചേർന്നാണെന്നും തെളിയിക്കപ്പെട്ടിട്ടുണ്ട്. കുറഞ്ഞ അളവിൽ മാനസിക ഉത്തേജനം നൽകാൻ മാത്രമേ നിക്കോട്ടിന് കഴിയുകയുള്ളൂ. അളവ് കൂടുമ്പോഴാണ് അതൊരു വേദനാസംഹാരിയായി മാറുന്നത്. മറ്റൊന്ന് നിക്കോട്ടിൻ വിശപ്പ് കുറയ്ക്കുകയും ഉപാപചയം (metabolism) വർധിപ്പിക്കുകയും ചെയ്യുന്നുവെന്നതാണ്. ഇത് ഉപയോഗിക്കുന്ന ആളിന്റെ ഭാരനഷ്ടത്തിൽ കലാശിക്കുന്നു.

14

മെഥനോളിന്റെ വിഷസ്വത്തം

ഏറ്റവും ലളിതഘടനയുള്ള ആൽക്കഹോളാണ് മെഥനോൾ. ഒരേ ഒരു കാർബൺ, നാല് ഹൈഡ്രജൻ, പിന്നെ ഒരു ഓക്സിജനും. എല്ലാം കൂടി CH_3OH എന്ന് തന്മാത്രാവാക്യം. ഓർഗാനിക് സംയുക്തങ്ങളിലെത്തന്നെ ഏറ്റവും ലളിതഘടനയുള്ള, അടിസ്ഥാന ഹൈഡ്രോകാർബൺ ആയ മീഥേനിലെ (CH_4) ഒരു ഹൈഡ്രജനെ മാറ്റി, ആ സ്ഥാനത്ത് ഒരു ഹൈഡ്രോക്സിൽ ഗ്രൂപ്പ് വന്നുചേരുമ്പോൾ അത് മെഥനോൾ അല്ലെങ്കിൽ മീഥൈൽ ആൽക്കഹോൾ ആകുന്നു. പറയാനെളുപ്പമുണ്ടെങ്കിലും ഈ മാറ്റൽ പ്രക്രിയ അത്രയൊന്നും നേർവഴിക്കല്ല നടത്തപ്പെടുന്നത്. മറ്റൊന്ന്, ഘടനയിൽ മാത്രമേ മെഥനോളിന് ഈ ലാളിത്യമുള്ളൂ. കുറഞ്ഞ അളവിൽപ്പോലും മാരകഫലങ്ങളുളവാക്കുന്ന വിഷവസ്തു തന്നെയാണിത്.

ആൽക്കഹോൾ കുടുംബത്തിൽ മെഥനോളിന് തൊട്ടടുത്ത് വരുന്ന അംഗമാണ് എഥനോൾ അഥവാ ഈഥൈൽ ആൽക്കഹോൾ. മെഥനോൾ CH_3OH ആണെങ്കിൽ എഥനോൾ C_2H_5OH ആണെന്നേയുള്ളൂ. രണ്ടും കണ്ടാൽ ഒരുപോലെ, വെള്ളം പോലെ ശുദ്ധമാണ്. ഏതനുപാതത്തിലും പരസ്പരം കലരും. കത്തിച്ചാൽ കത്തും. മെഥനോളിന്റെ ഗന്ധത്തെ എഥനോളിനേക്കാൾ മധുരം (sweet) എന്നാണ്



ശാസ്ത്രഭാഷയിൽ വിളിക്കുന്നത്. ഒരു ലഹരിപാനീയമായി ഉപയോഗിക്കുമ്പോൾ ഒട്ടനവധി ആരോഗ്യപ്രശ്നങ്ങളുണ്ടാക്കുമെങ്കിലും എഥനോൾ നേരിട്ടൊരു വിഷവസ്തുവേയല്ല. ഒരുപാട് ഔഷധങ്ങളിലും ഒട്ടുമിക്ക സുഗന്ധതൈലങ്ങളിലും (perfumes) എഥനോൾ കലർന്നിട്ടുണ്ട്, കലർത്തുന്നുണ്ട്. എന്നാൽ മെഥനോൾ വളരെ കുറഞ്ഞ അളവിൽപ്പോലും മാരകവിഷമാണ്. നമ്മുടെ നാട്ടിൽ അടിക്കടി ആവർത്തിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുന്ന മദ്യദുരന്തങ്ങളിലെ യഥാർഥപ്രതി എഥനോളിൽ ചെന്ന് കലർന്ന് ഒളിച്ചിരിക്കുന്ന മെഥനോളാണ്.

പഴയ ഈജിപ്തിനോളം നീണ്ടുകിടക്കുന്ന ചരിത്രമാണ് മെഥനോളിന്റേത്. പ്രാചീന ഈജിപ്ഷ്യൻ സംസ്കാരച്ചടങ്ങുകളിലെ ഒഴിച്ചുകൂടാനാവാത്ത ഒരു രാസവസ്തുവായിരുന്നു മെഥനോൾ. ശവശരീരങ്ങളെ സുഗന്ധദ്രവ്യങ്ങളും തൈലങ്ങളും ചേർത്ത് കേടുകൂടാതെ സൂക്ഷിക്കുന്ന 'സുരഭീകരണം' (embalming) എന്ന പ്രക്രിയയിൽ മെഥനോളിന് മുഖ്യസ്ഥാനമുണ്ടായിരുന്നു. മരത്തടിയെ 'ഉഷ്ണശിഥിലീകരണത്തിന് (Pyrolysis - ഉയർന്ന ഊഷ്മാവിൽ വിഘടിപ്പിക്കുക) വിധേയമാക്കിയാണ് ഈജിപ്തുകാർ മെഥനോൾ നിർമിച്ചിരുന്നത്. 1661-ൽ രസതന്ത്രത്തിന്റെ ആദികാരണവന്മാരിലൊരാളായ 'റോബർട്ട് ബോയിലാണ്' (Robert Boyle) ആദ്യമായി മെഥനോളിനെ ശുദ്ധരൂപത്തിൽ വേർതിരിച്ചെടുക്കുന്നത്. 'ബോക്സ്‌വുഡിനെ' (Box wood - ഒരു പടുമരം) 'പൈറോളിസിസി'ന് വിധേയമാക്കിയാണ് 'ബോയിൽ' ഇത് സാധിച്ചത്. (വാതകങ്ങളെ സംബന്ധിച്ച ബോയിൽ നിയമം ആവിഷ്കരിച്ചതും റോബർട്ട് ബോയിലാണ്. ആധുനിക രസതന്ത്രത്തിന്റെ പിതാവ് എന്ന വിശേഷണവും അദ്ദേഹത്തെ തേടിച്ചെല്ലാറുണ്ട്.) ഒരു തരം 'വാറ്റൽ' (Distillation) തന്നെയാണ് ഈ ശിഥിലീകരണവും. 'മരത്തടിയിൽ നിന്ന് കിട്ടുന്ന സത്ത് - എസ്സൻസ്' (essence) എന്ന അർഥത്തിൽ മെഥനോളിനെ മരനീര്, മരവാറ്റ് (wood spirit) എന്നൊക്കെ വിളിക്കുന്നുണ്ട്. ആദ്യകാലത്ത് ആരെങ്കിലുമൊക്കെ ഈ വാറ്റിന്റെ രുചിയറിയാൻ ശ്രമിച്ചിട്ടുണ്ടാകണം. കണ്ടാലൊരുപോലെ, മണവും ഒരുപോലെ... (ഇത്തിരി കൂടി മധുരമുള്ള മണം)... ആരെങ്കിലുമൊക്കെ പരീക്ഷിച്ചിട്ടുണ്ടാവണം. ഉറപ്പ്. രസതന്ത്രത്തെ സംബന്ധിച്ചിടത്തോളം അവരും ശാസ്ത്രാന്വേഷികൾ തന്നെയല്ലേ?

മനുഷ്യശരീരത്തിൽ കുറഞ്ഞ അളവിൽത്തന്നെ വലിയ പ്രത്യാഘാതങ്ങൾ സൃഷ്ടിക്കുന്ന രാസപദാർഥമാണ് മെഥനോൾ. വെറും പത്ത് മില്ലീലിറ്റർ മെഥനോൾ അകത്ത് ചെന്നാൽത്തന്നെ കാഴ്ച പൂർണമായും നശിക്കുന്നതാണ്. മുപ്പത് മില്ലീലിറ്റർ അകത്ത് ചെന്നാൽ പുറംകാഴ്ച മാത്രമല്ല, ഉൾക്കാഴ്ചയും നഷ്ടപ്പെട്ട് പാതിചത്ത അവസ്ഥയിലാകും. അവിടുന്നങ്ങോട്ടുള്ള ഓരോ തുള്ളിയും ഏറെ നിർണായകമാണ്. വൈദ്യശാസ്ത്ര പ്രകാരം നൂറ് മില്ലീലിറ്ററിനെയാണ് മരണത്തിനോട് ചേരുംപടി

ചേർത്തിരിക്കുന്നതെങ്കിലും അത്രയൊന്നും എത്താറില്ലെന്നതാണ് സത്യം. പക്ഷേ... മെഥനോളിന്റെ കളി എഥനോളിനെ അപേക്ഷിച്ച് പതുക്കെയാണ് തുടങ്ങുന്നത്. പതിഞ്ഞ താളത്തിൽ മണിക്കൂറുകൾ കഴിഞ്ഞാണ് കളി കാര്യമാകുന്നത്. എഥനോൾ അകത്ത് ചെന്നാൽ അധികം താമസിയാതെത്തന്നെ 'വിശ്വരൂപം' കാണിച്ചു തുടങ്ങുന്നു. മെഥനോളാകട്ടെ ഒന്നാംതരം വിഷം തന്നെയാണ്. പക്ഷേ അത് അകത്ത് ചെന്ന ഉടനെ ആരും വെട്ടിയിട്ടപോലെ നിലത്തുവീഴുന്നില്ല. വിഷനൃത്തം ആരംഭിക്കാൻ മണിക്കൂറുകൾ എടുക്കുന്നു. അപ്പോഴേയ്ക്കും മദ്യത്തിന്റെ ഭാഗമായി ഒരുപാടുപേരുടെ ശരീരത്തിൽ മെഥനോൾ എത്തിക്കഴിഞ്ഞിരിക്കും. അതാണ് മദ്യദുരന്തങ്ങളുടെ വ്യാപ്തി.

രണ്ടു തരത്തിലാണ് മെഥനോളിന്റെ പ്രവർത്തനം. ഒന്ന്, അത് എഥനോളിനെപ്പോലെത്തന്നെ 'കേന്ദ്രീകൃത നാഡീവ്യവസ്ഥയെ' ബാധിക്കുന്നു (central nervous system - CNS). രണ്ടാമത്തേത് കുറെക്കൂടി സങ്കീർണമാണ്. മനുഷ്യശരീരത്തിൽ ആൽക്കഹോളിനെ ദഹിപ്പിക്കാൻ കാരണമാകുന്ന 'എൻസൈമു'കളുണ്ട്. 'ആൽക്കഹോൾ ഡീഹൈഡ്രോജിനേസ് (Alcohol dehydrogenase) എന്ന ഈ 'ജൈവരാസത്വരക'ങ്ങൾ മെഥനോളിനെ 'ഫോർമാൽഡിഹൈഡാ'ക്കി മാറ്റുന്നു. 'ആൽഡിഹൈഡ് ഡീഹൈഡ്രോജിനേസ്' എന്ന മറ്റൊരു 'എൻസൈം' ഫോർമാൽഡിഹൈഡിനെ ഫോർമിക് ആസിഡാക്കി മാറ്റുന്നു. ഫോർമിക് ആസിഡ് വിഘടിച്ച് 'ഫോർമേറ്റ്' അയോണുകളായി മാറുന്നു. കരളിൽ വച്ചുനടക്കുന്ന ഈ അപചയപ്രവർത്തനങ്ങളെ ഇങ്ങനെ ചുരുക്കാം :

$CH_3OH \rightarrow HCHO$

മെഥനോൾ → ഫോർമാൽഡിഹൈഡ്

$HCHO \rightarrow HCOOH$

ഫോർമിക് ആസിഡ്

$HCOOH \rightarrow H^+ + HCOO^-$

ഫോർമേറ്റ് അയോൺ

'ഫോർമേറ്റ് അയോണു'കൾ 'മൈറ്റോകോൺഡ്രിയ'യിലെ (Mitochondria) 'സൈറ്റോക്രോം സി ഓക്സിഡേസ് (Cytochrome C Oxidase) എന്ന എൻസൈമുകളുടെ പ്രവർത്തനത്തെ ആന്തരികമായി തടയുന്നു. ഇത് ശരീരത്തിലെ ഓക്സിജന്റെ അപര്യാപ്തതയ്ക്ക് കാരണമാകുന്നു. 'ഓക്സിജൻ പോരാ പോരാ' എന്ന അവസ്ഥ (hypoxia) ഓരോ കോശത്തെയും വീർപ്പുമുട്ടിക്കുന്നു. ഓക്സിജനാണല്ലോ കോശങ്ങളിൽ ഊർജത്തെ സ്വതന്ത്രമാക്കുന്നത്. ഓക്സിജന്റെ അപര്യാപ്തത സൂക്ഷ്മതലത്തിലും സ്ഥൂലതലത്തിലുമെല്ലാം എല്ലാ ജൈവപ്രവർത്തനങ്ങളെയും താറുമാറാക്കുന്നു.

മെഥനോൾ വിഷബാധയുടെ പ്രാരംഭലക്ഷണങ്ങളായി, തലവേദന, മയക്കം, ഛർദി, വിഭ്രമം എന്നിങ്ങനെ സാധാരണ പ്രശ്നങ്ങളാണ് പ്രകടിപ്പിക്കപ്പെടുകയത്രെ. ഇവയിൽ നിന്നും മെഥനോൾ അകത്തുചെന്നിട്ടുണ്ടെന്ന് ഊഹിക്കപ്പെടാനുള്ള സാധ്യത വിരളമാണ്. ഈ ശാന്തലക്ഷണങ്ങൾ വളർന്ന് കാഴ്ചമങ്ങലും, ബോധക്ഷയവുമൊക്കെയായി വളരുമ്പോഴാണ് ആളെ പിടികിട്ടിത്തുടങ്ങുന്നത്. ഈ ഘട്ടത്തിൽ നിയന്ത്രണം ഏറ്റെടുത്തില്ലെങ്കിൽ മരണം ഉറപ്പാണ്.

മെഥനോൾ വിഷബാധയിൽ മറുമരുന്നായി (antidote) കൊടുക്കുന്നത് മുഖ്യമായും 'എഥനോൾ' തന്നെയാണ്. 'ഫോമിപിസോൾ' (Fomepizole) ആണ് മറ്റൊരു 'മറുവിഷം'. ഇവ രണ്ടും മെഥനോളിനോട് ഒരു മത്സരത്തിലേർപ്പെടുന്നു. 'ആൽക്കഹോൾ ഡീഹൈഡ്രോജിനേസ്' എന്ന എൻസൈമാണല്ലോ മെഥനോളിന്റെ അപചയം തുടങ്ങിവയ്ക്കുന്നത്. "ആ എൻസൈമുമായി ആരാണ് ആദ്യം രാസപ്രവർത്തനത്തിലേർപ്പെടുക എന്ന് നോക്കാമല്ലോ" എന്നതാണ് ഇവിടത്തെ മത്സരം. ഈ മത്സരത്തിൽ മെഥനോളിനെ പിറകിലാക്കലാണ് മറുമരുന്നുകളുടെ കർത്തവ്യം. തോറ്റ് നാണം കെടുന്ന മെഥനോൾ, അതേ രൂപത്തിൽ വൃക്കകളിലൂടെ മൂത്രത്തിലൂടെ പിൻവാങ്ങി പുറത്തുകടക്കുന്നു. ഈ പന്തയംവയ്പ്പിനുമുൻപ് തന്നെ മെഥനോൾ വിഘടിച്ച് ഫോർമേറ്റ് അയോണുകളായി രക്തത്തിലും മറ്റും കലർന്നിരിക്കും. രക്തം പലതവണ ശുദ്ധീകരിക്കുന്നു (dialysis); 'ഫോളിക് ആസിഡ്' (Folic acid) അകത്തേയ്ക്ക് കൊടുത്ത് ഫോർമേറ്റുകളെ വിഘടിപ്പിക്കുന്നു. എങ്കിലും പലപ്പോഴും ഏറെ വൈകിയായിരിക്കും.

പ്രകൃതിയിലെങ്ങും മെഥനോൾ രൂപപ്പെടുന്നുണ്ട്. പല ജൈവപദാർഥങ്ങളും ബാക്ടീരിയങ്ങളുടെ പ്രവർത്തനം വഴി വിഘടിപ്പിക്കപ്പെടുമ്പോൾ ഒരു ഉൽപന്നം മെഥനോൾ ആണ്. വായുവിന്റെ അസാന്നിധ്യത്തിൽ (anaerobic) നടക്കുന്ന ഈ വിഘടനം വഴി ഉൽപാദിപ്പിക്കപ്പെടുന്ന മെഥനോളിന്റെ അളവ് വളരെ വളരെ കുറവാണെന്നതിനെ 'ഭാഗ്യം' എന്നൊക്കെത്തന്നെ വിളിക്കാം. മാത്രമല്ല, അന്തരീക്ഷത്തിൽ തങ്ങിക്കൂടുന്ന ഈ 'മെഥനോൾ ബാഷ്പം' സൂര്യപ്രകാശത്തിന്റെ സാന്നിധ്യത്തിൽ ഓക്സിജനുമായി പ്രവർത്തിച്ച് കാർബൺ ഡൈ ഓക്സൈഡും ജലവുമായിത്തീരുന്നു. മറ്റൊരു 'ഭാഗ്യം'.

$$2\,CH_3OH + 3\,O_2 \rightarrow 2\,CO_2 + 4\,H_2O$$

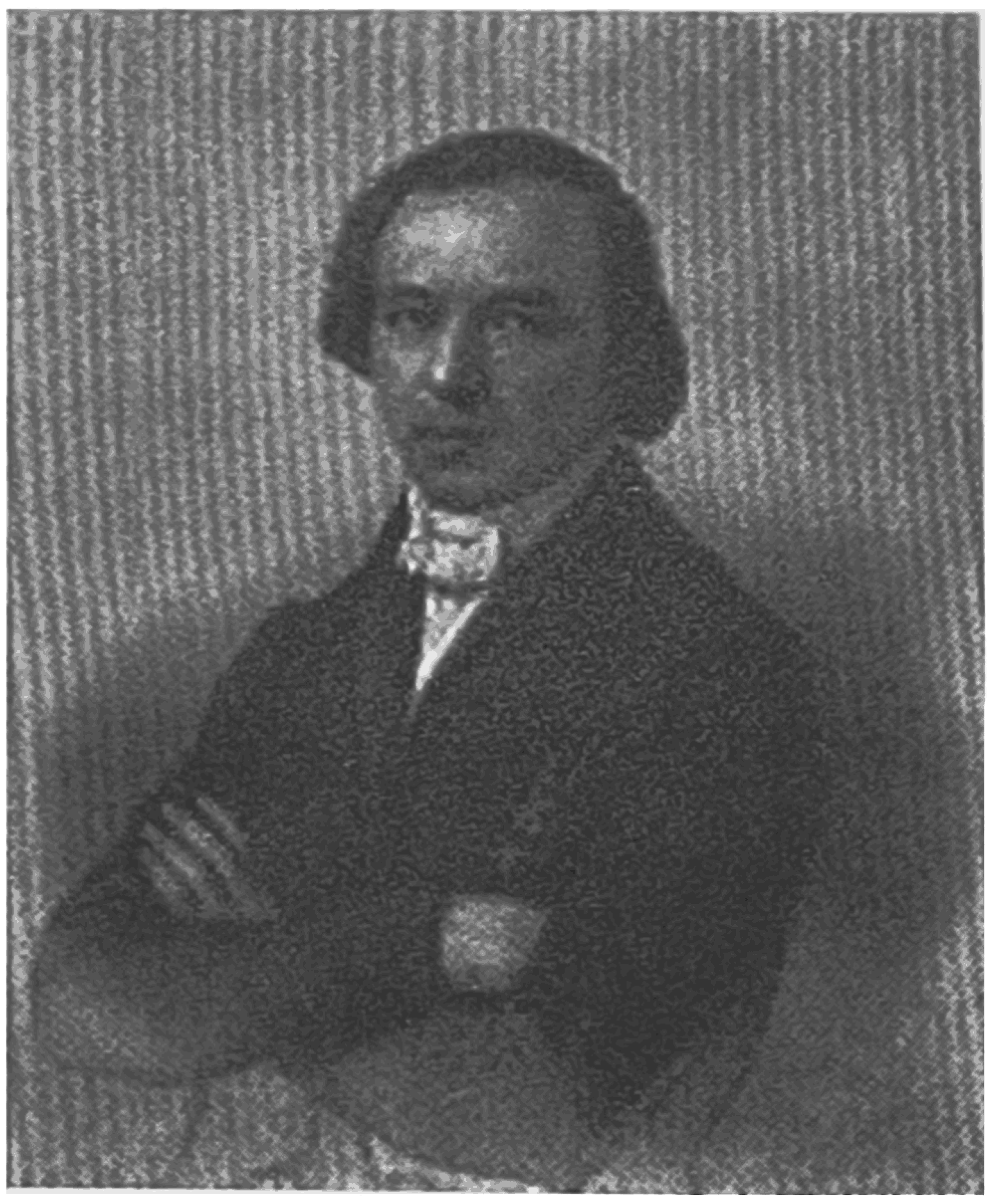
അടുത്ത കാലത്ത്, ഈ വിധം രൂപപ്പെട്ട മെഥനോളിന്റെ ഭീമാകാരമായ ഒരു മേഘപടലത്തിനെ (Giant cloud) ജ്യോതിശ്ശാസ്ത്രജ്ഞർ കണ്ടെത്തുകയുണ്ടായി. 300 ബില്യൺ മൈൽ വിസ്തൃതിയിൽ വ്യാപിച്ചുകിടക്കുന്ന

യൂജീൻ പെലിഗോട്ട്

ഈ മേഘപടലം നമ്മുടെ അന്തരീക്ഷത്തിലൊന്നുമല്ല, ഗ്യാലക്സിയുടെ അധോതലങ്ങളിലാണ്. നക്ഷത്രങ്ങളുടെ രൂപീകരണത്തിലും മറ്റും ഈ മെഥനോൾ മേഘത്തിന് പങ്കുള്ളതായി ശാസ്ത്രജ്ഞർ സംശയിക്കുന്നു. 'നിർഭാഗ്യവശാൽ അത് മെഥനോളായിപ്പോയി, എഥനോളായില്ലല്ലോ' എന്ന് ശാസ്ത്രസംഘത്തിലെ പ്രമുഖനായ ഡോ.ഹാർവി സ്മിത്ത് (Dr. Harvey Smith) വിഷാദം കൊള്ളുകയുമുണ്ടായത്രെ.

1834-ൽ ഫ്രഞ്ചുകാരനായ ജെ.ബി. ഡുമാസും (J.B. Dumas) യൂജീൻ പെലിഗോട്ടു (Eugene Peligot)മാണ് മെഥനോളിന്റെ രാസഘടന വിശദീകരിക്കുന്നത്. മെഥിലീൻ (Methylene) എന്ന പദം ഓർഗാനിക് കെമിസ്ട്രിയിലേക്ക് കൊണ്ടുവന്നതും ഇവരാണത്രെ. മെഥനോളിനെ സൂചിപ്പിക്കാനാണത്രെ ഈ പദം ആദ്യം ഉപയോഗിച്ചിരുന്നത്. ഗ്രീക്ക്ഭാഷയിൽ 'Methy' എന്നാൽ വൈൻ (wine -വീഞ്ഞ്) എന്നും 'hyle' എന്നാൽ തടിച്ചീളുകൾ എന്നുമാണത്രെ. തടിച്ചീളുകളുടെ വീഞ്ഞ് എന്ന അർഥത്തിൽ, അല്ലെങ്കിൽ മരത്തടിയുടെ വീഞ്ഞ് എന്ന അർഥത്തിലാണത്രെ methy + hyle = methyle എന്ന വാക്കുണ്ടാക്കിയത്. വൈനിലെ 'ne' കൂട്ടിച്ചേർത്ത് ഈ പദം 'മെഥിലീൻ' ആയി. 1840-ൽ തന്നെ ഇത് 'മീഥൈൽ ആൽക്കഹോൾ' എന്നായി. അതോടെ ഒരു കാർബൺ മാത്രമുള്ള ഹൈഡ്രോകാർബൺ റാഡിക്കലിന്റെ (CH_3) സൂചനയായി മീഥൈൽ എന്ന പദം മാറിക്കഴിഞ്ഞിരുന്നു. വിഷത്തിന്റെ കൂടെ വന്ന രാസപദം. 1892-ൽ ചേർന്ന 'രാസനാമകരണ സമ്മേളന'മാണ് മെഥനോൾ എന്ന ഔദ്യോഗിക നാമം നൽകി വിഷത്തിനെ ആദരിക്കുന്നത്.

1923-ൽ ജർമൻ ശാസ്ത്രജ്ഞരായ ആൽവിൻ മിട്ട്യാഷും മത്തേയസ് പിയറുമാണ് മെഥനോളിനെ കൃത്രിമമായി നിർമിച്ചെടുക്കുന്നതിനുള്ള രാസപ്രവർത്തനം വികസിപ്പിച്ചെടുക്കുന്നത്.



ജെ.ബി.ഡുമാസ്

കാർബൺ മോണോക്സൈഡ്, കാർബൺ ഡൈ ഓക്സൈഡ്, ഹൈഡ്രജൻ ഇവയുടെ ഒരു മിശ്രിതത്തെ ഉന്നതമർദത്തിലും (അന്തരീക്ഷമർദത്തിന്റെ 200 മടങ്ങ്) ഊഷ്മാവിലും രാസത്വരകങ്ങളുടെ സഹായത്തോടെ മെഥനോളാക്കുകയാണ് ഈ രീതി. ക്രോമിയത്തിന്റെയും മാംഗനീസിന്റെയും ഓക്സൈഡുകളാണ് ഇതിലെ രാസത്വരകങ്ങൾ. മെഥനോൾ ഉൽപാദനത്തിന് ഇന്നും ഇതിന്റെ പരിഷ്കരിച്ച മാർഗങ്ങൾ തന്നെയാണുള്ളത്. ഇപ്പോൾ കോപ്പർ ആണ് രാസത്വരകം; രാസപ്രവർത്തനം നടത്തുന്നത് കുറഞ്ഞ മർദത്തിലാണ്.

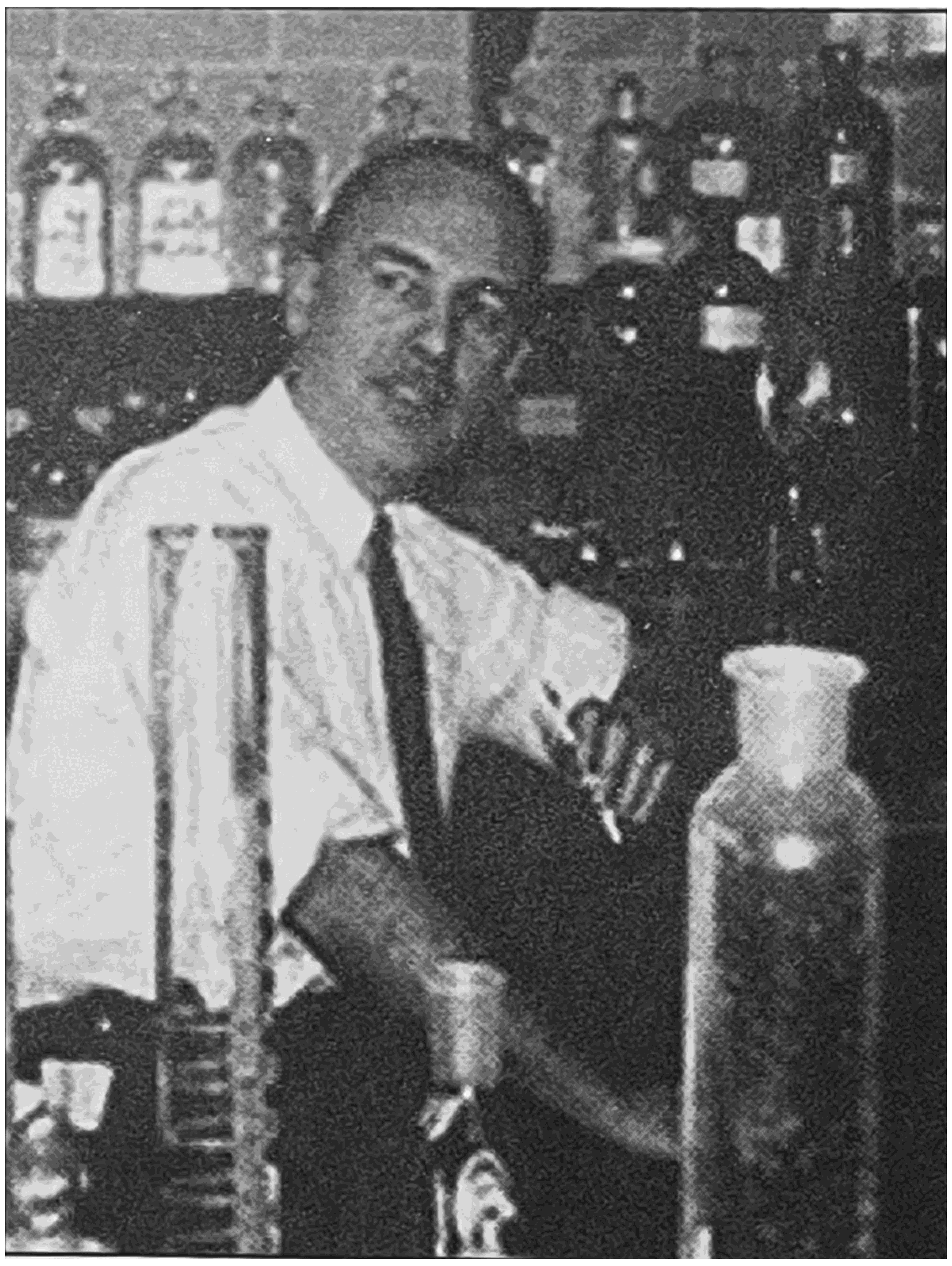
ഫോർമാൽഡിഹൈഡ് ഉണ്ടാക്കാനാണ് മെഥനോൾ കാര്യമായും ഉപയോഗിക്കുന്നത്. മൃതശരീരങ്ങൾ കേടുവരാതെ സൂക്ഷിക്കുന്ന രാസപദാർഥമാണ് ഫോർമാൽഡിഹൈഡ്. നിരവധി പ്ലാസ്റ്റിക്കുകളുടെ (ഉദാ : ബേക്കലൈറ്റ്) ഉൽപാദനത്തിലും ഫോർമാൽഡിഹൈഡ് ഉപയോഗിക്കുന്നു. പരീക്ഷണശാലകളിലെ സുപ്രധാന ലായകങ്ങളിലൊന്നാണ് മെഥനോളും. 1970-നുശേഷം മെഥനോളിനെ ഒരു വാഹന ഇന്ധനമായും ഉപയോഗിച്ചു വരുന്നു. അമേരിക്കയിലെ കാറോട്ട മത്സരങ്ങളിലാണ് ഇന്ധനമായി ഉപയോഗിച്ചു തുടങ്ങുന്നതെങ്കിലും പിന്നീട് ഇത് സാധാരണ വാഹനങ്ങളിലും ഉപയോഗിച്ചുവന്നു. പെട്രോളിയം ഉൽപന്നങ്ങളെ അപേക്ഷിച്ച് കാർബൺ അവശിഷ്ടങ്ങൾ കുറവാണെന്നതാണ് മെഥനോളിന്ധനത്തിന്റെ ഒരു മേന്മ. മറ്റൊന്ന് തീപ്പിടിച്ചാലും അപകടം കുറവാണത്രെ. ചൈനയിൽ ഇന്നും മത്സരക്കാറുകളിൽ മെഥനോൾ ഉപയോഗിക്കുന്നുണ്ട്. അവിടെ കൽക്കരിയിൽ നിന്നും മെഥനോൾ ഉൽപാദിപ്പിക്കുന്നുണ്ട്. ജൈവഡീസലിന്റെ (Bio diesel) ഉൽപാദനമാണ് മെഥനോളിന്റെ മറ്റൊരു ഉപയോഗം. മറ്റ് എണ്ണകളെ മീഥൈൽ എസ്റ്ററുകളാക്കി മാറ്റിയാണ് ബയോഡീസൽ വികസിപ്പിക്കുന്നത്.

ഇതൊന്നുമല്ല പക്ഷേ മെഥനോളിന്റെ എടുത്തുപറയേണ്ട ഉപയോഗം. എഥനോളിനെ പാനയോഗ്യമല്ലാതാക്കുവാൻ അതിൽ അൽപം മെഥനോൾ ചേർക്കുന്നു. ഏത് എഥനോളിൽ എന്ന് ചോദിച്ചാൽ... വ്യാവസായികമായി രണ്ട് തരം എഥനോളുണ്ട്. ഒന്ന് പാനീയമായി ഉപയോഗിക്കപ്പെടുന്നത്. വർധിച്ച നികുതി ചുമത്തപ്പെടുന്നതിനാൽ ഇതിന് വില കൂടുതലായിരിക്കും. വ്യവസായശാലകൾക്കും ലാബറട്ടറികൾക്കും വിതരണം ചെയ്യുന്ന എഥനോളിന് നികുതിയും വിലയും കുറവാണ്. വിരുതന്മാർ അതെടുത്ത് കുടിച്ചാലോ? ഓരോ ലാബും ഒരു മിനിബാറാകും. ഇതു തടയാൻ എഥനോളിൽ അൽപം - വളരെക്കുറച്ച് - മെഥനോൾ ചേർക്കുന്നു. രഹസ്യമായിട്ടല്ല, പരസ്യമായിത്തന്നെ. ഇങ്ങനെ കിട്ടുന്ന എഥനോളിനെ ഭക്ഷ്യയോഗ്യമല്ലാത്ത (denatured) എഥനോൾ എന്നാണ് പറയുന്നത്; 'മെഥിലേറ്റഡ് സ്പിരിറ്റ്' എന്നും പറയും.

15

ടാക്സോൾ അഥവാ പാസ്ളിടാക്സെൽ

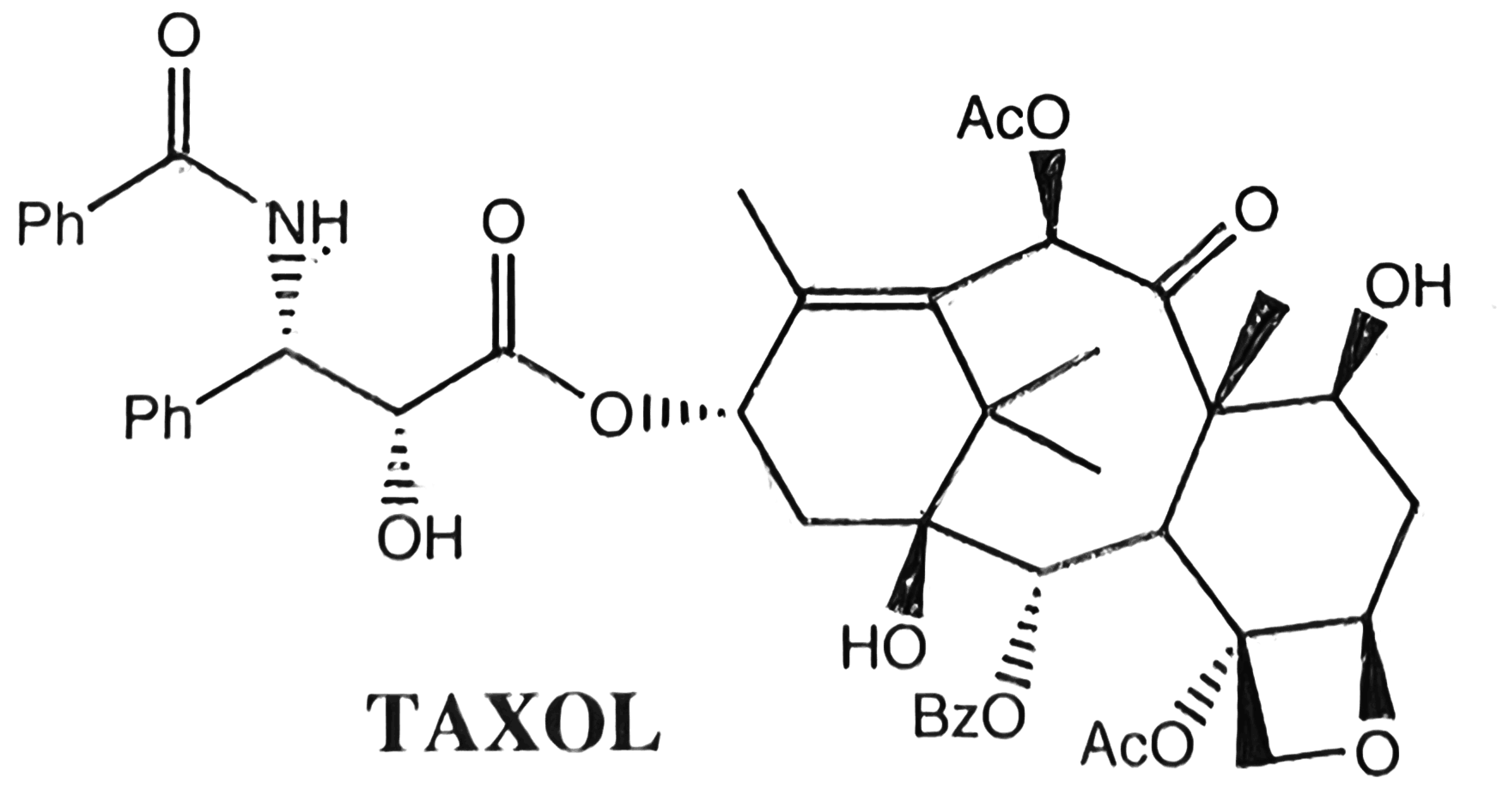
സൂര്യപ്രകാശത്തിന്റെ സാന്നിധ്യത്തിൽ ജലവും കാർബൺ ഡൈ ഓക്സൈഡും ഉപയോഗിച്ച് അന്നജമുണ്ടാക്കുകയും അതോടൊപ്പം ഓക്സിജൻ പുറത്തുവിടുകയുമാണ് സസ്യങ്ങളുടെ മുഖ്യധർമം. ഓക്സിജൻ ജീവവായുവാണെങ്കിൽ അന്നജം ഭൂമിയിലെ പ്രാഥമിക ഭക്ഷണമാണ്. അന്നജത്തിന് പുറമേ, പ്രോട്ടീനുകൾക്കും ന്യൂക്ലിക് ആസിഡുകൾക്കും പുറമേ, ഒട്ടനവധി തന്മാത്രകൾ ഓരോ സസ്യത്തിനകത്തും രൂപം കൊള്ളുന്നുണ്ട്. ചിലത് ലളിത ഘടനയുള്ള സംയുക്തങ്ങളാണെങ്കിൽ (ഉദാഹരണം പുകയിലയിലെ നിക്കോട്ടിൻ) ചിലത് അതീവ സങ്കീർണമായതും ഭീമരൂപികളുമാണ് (ഉദാഹരണം പ്രകൃതിദത്ത റബ്ബർ - ഒരു പോളിമർ). ദ്വിതീയ ഉപാപചയ തന്മാത്രകൾ (Secondary metabolites) എന്നു വിളിക്കപ്പെടുന്നവയിൽ പലതും ഔഷധങ്ങളുമാണ്.



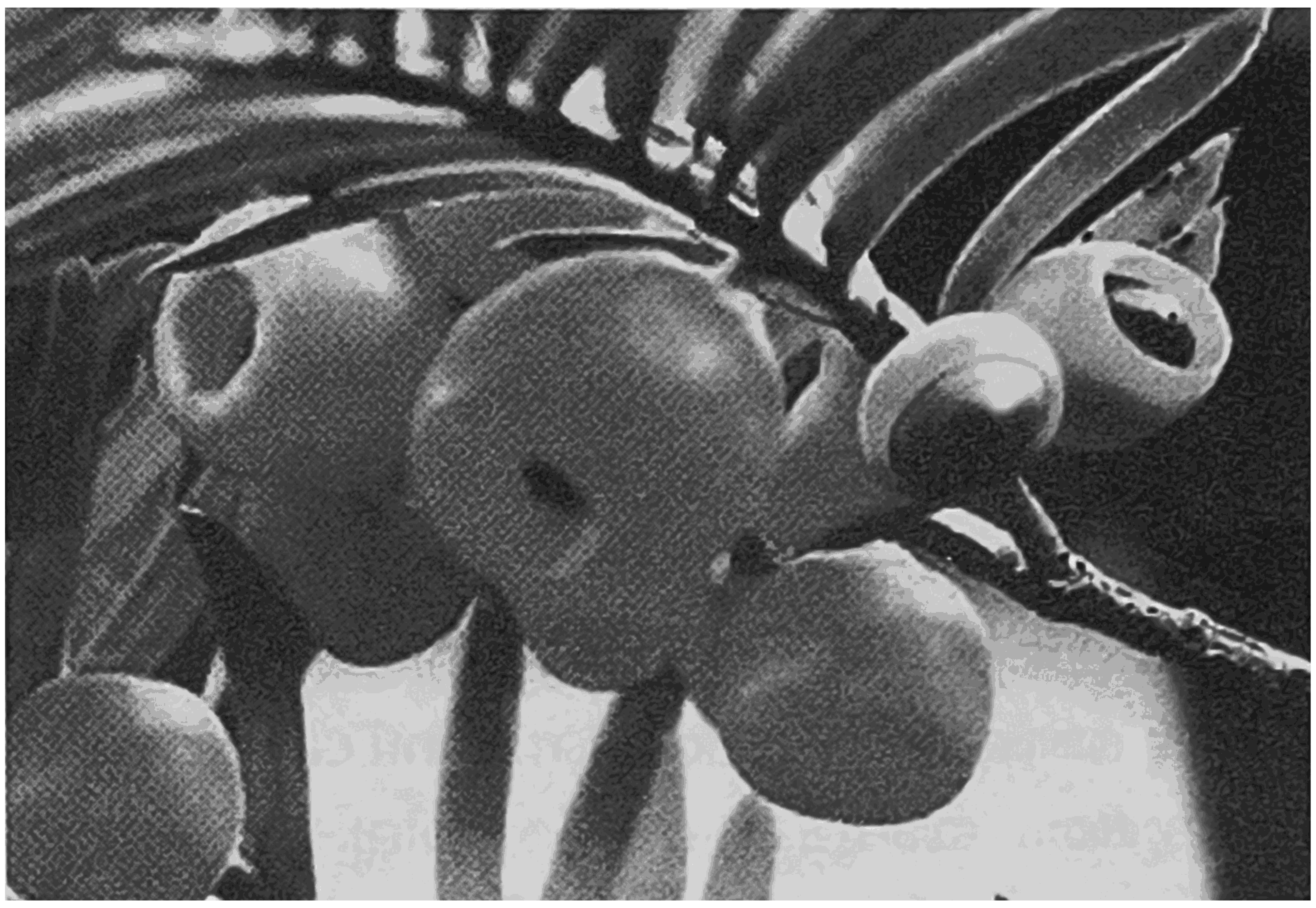
ജൊനാഥൻ ഹാർട്ട്വെൽ

സസ്യഭാഗങ്ങൾ അരച്ചുകലക്കിയുണ്ടാക്കുന്ന (അല്ലെങ്കിൽ പൊടിച്ചുണ്ടാക്കുന്ന) കഷായങ്ങളുടെയും മറ്റും ഔഷധഗുണത്തിന്റെ അടിസ്ഥാന കാരണം ഇത്തരം സംയുക്തങ്ങളാണ്. സാധാരണ ഉപയോഗിച്ചുവരുന്ന മെൻഥോളും കർപ്പൂരവും (ടെർപീനോയിഡ് സംയുക്തങ്ങൾ) മോർഫീനും ക്വിനയ്നും (ആൽക്കലോയിഡ് സംയുക്തങ്ങൾ) പ്രകൃതിദത്ത ഔഷധ തന്മാത്രകൾക്ക് ഉത്തമോദാഹരണങ്ങളാണ്. മെൻഥോളും മോർഫീനുമൊക്കെ വളരെ പണ്ടു മുതലേ ഉപയോഗിച്ചുവരുന്നവയാണെങ്കിൽ, അടുത്ത കാലത്തായി (1990-കളിൽ) പ്രചാരത്തിൽ വന്ന ഔഷധ തന്മാത്രയാണ് 'ടാക്സോൾ' (Taxol). ഇതൊരു അർബുദ ഔഷധമാണ് (anti cancer drug).

ടാക്സോളിന്റെ കണ്ടുപിടുത്തം യാദൃച്ഛികമായിരുന്നില്ല. വ്യത്യസ്തങ്ങളായ സസ്യങ്ങളിൽ നിന്ന് വ്യത്യസ്തങ്ങളും വിവിധ സവിശേഷതകളുള്ളതുമായ ഔഷധ തന്മാത്രകൾ വ്യാപകമായി വേർതിരിച്ചെടുക്കപ്പെട്ടുകൊണ്ടിരുന്ന കാലത്തിന് ലഭിച്ച പാരിതോഷികമാണ് ടാക്സോൾ. അർഹിച്ച പാരിതോഷികം എന്നുതന്നെ പറയണം. 1955-ൽ അമേരിക്കയിലെ 'ദേശീയ അർബുദ കേന്ദ്രം' (നാഷണൽ ക്യാൻസർ ഇൻസ്റ്റിറ്റ്യൂട്ട് - NCI) രൂപീകരിച്ച 'ക്യാൻസർ കീമോതെറാപ്പി നാഷണൽ സർവീസ് സെന്റർ (CCNSC) ആണ് ടാക്സോളിലേയ്ക്കുള്ള വഴി വെട്ടിത്തുടങ്ങുന്നത്. പുറമേ നിന്നുള്ള ഗവേഷകരും ഗവേഷണസ്ഥാപനങ്ങളും വികസിപ്പിച്ചെടുക്കുന്ന സംയുക്തങ്ങളുടെ അർബുദ വിരുദ്ധ സ്വഭാവം (anti cancer activity) വിശകലനം ചെയ്യുകയായിരുന്നു ഈ പുതിയ കേന്ദ്രത്തിന്റെ ലക്ഷ്യം. തുടക്കത്തിൽ തികച്ചും കൃത്രിമമായി സംശ്ലേഷണം (synthesis) ചെയ്തെടുക്കപ്പെട്ട സംയുക്തങ്ങൾ മാത്രമാണ് കേന്ദ്രത്തിൽ സമർപ്പിക്കപ്പെട്ടിരുന്നത്. 1958-ൽ ഇവിടെ നിയമിതനായ ജൊനാഥൻ ഹാർട്ട്വെൽ (Jonathan Hartwell) പ്രകൃതിജന്യ സംയുക്തങ്ങളിൽ ഗവേഷണം ചെയ്ത ശാസ്ത്രജ്ഞനായിരുന്നു.



ടാക്സോൾ - ഘടന



ടാക്സസ് ബ്രേവിഫോളിയ

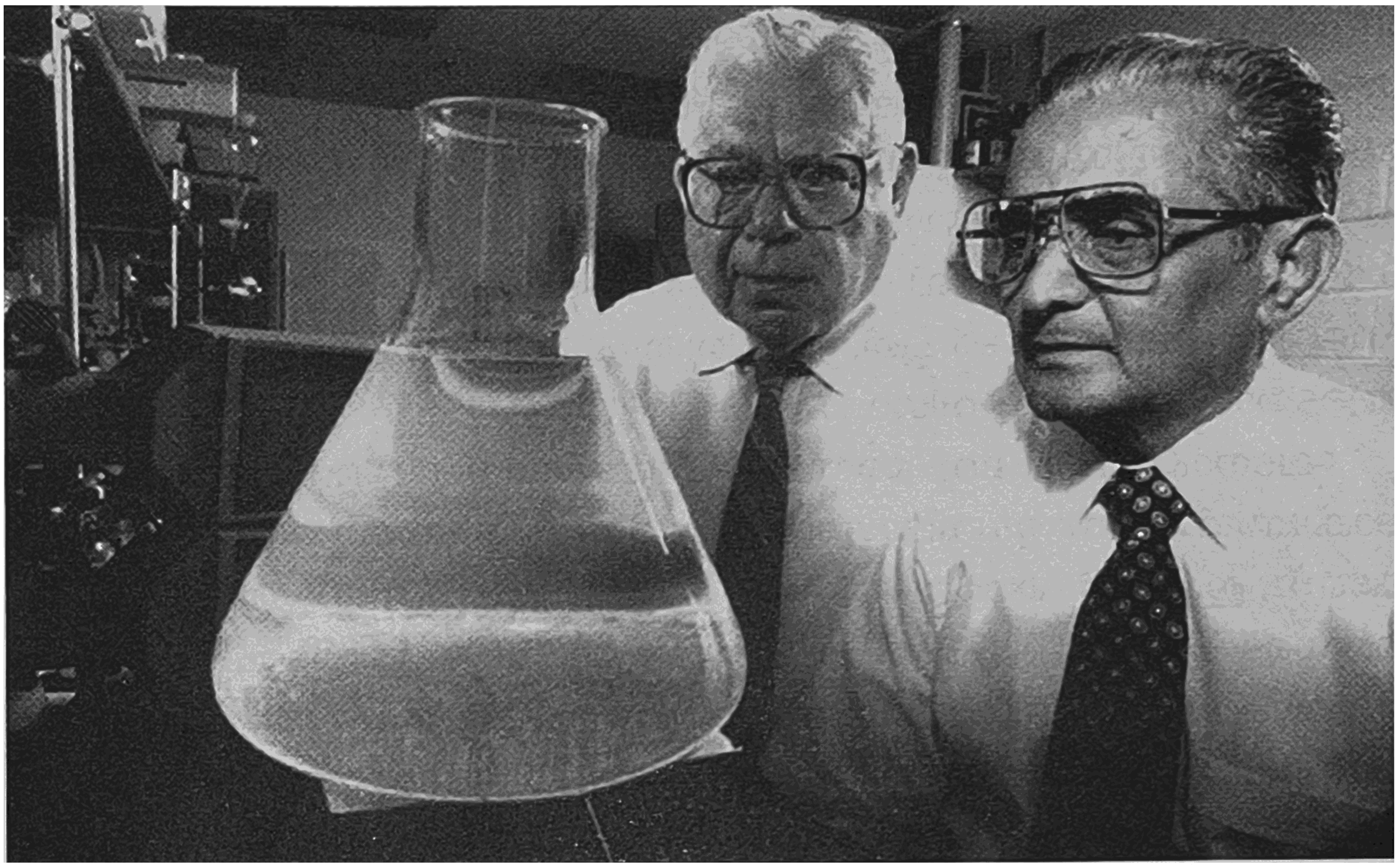
അദ്ദേഹം ഈ കേന്ദ്രത്തിന്റെ പ്രവർത്തന മേഖലയെ സസ്യസംയുക്തങ്ങളിലേയ്ക്ക് വ്യാപിപ്പിച്ചു. തുടർന്ന് 1960-ലാണ് NCI ഇതൊരു പ്രോജക്റ്റ് തന്നെയാക്കി മാറ്റുന്നതും, വർഷാവർഷം ആയിരത്തോളം ഔഷധസസ്യങ്ങളെ ശേഖരിച്ചെടുക്കാനും അവയുടെ അർബുദവിരുദ്ധ ക്രിയാശീലം പഠനവിധേയമാക്കാനും ഗവേഷകരോട് ആവശ്യപ്പെടുന്നതും. ഈ സംഘത്തിൽ സസ്യശാസ്ത്രജ്ഞരായിരുന്നു കൂടുതൽ. സംഘത്തിലൊരാളായ ആർതർ.എസ്.ബാർക്ലേ (Arthur.S. Barclay) 1962 ആഗസ്റ്റിലാണത്രെ ടാക്സോളിന്റെ മാതൃസസ്യമായ '*ടാക്സസ് ബ്രേവിഫോളിയ*' (*Taxus brevifolia*) ശേഖരിച്ചുകൊണ്ടുവരുന്നത്. ടാക്സസ് ബ്രേവിഫോളിയ അമേരിക്കൻ - പസഫിക് വനമേഖലകളിൽ കണ്ടുവരുന്ന ഒരു പടുവൃക്ഷമാണ്. വ്യത്യസ്ത ചുറ്റുപാടുകളിൽ വളരുമെങ്കിലും ഈർപ്പം നിറഞ്ഞ കാലാവസ്ഥയോടാണ് ഇതിന് കൂടുതൽ അടുപ്പം. ഈ വൃക്ഷത്തിന്റെ ഔഷധോപയോഗങ്ങളൊന്നും ഗവേഷണം നടക്കുന്ന സമയത്ത് ലഭ്യമായിരുന്നില്ല. അമേരിക്കൻ ആദിമവാസികൾ അമ്പും വില്ലുമൊക്കെയുണ്ടാക്കാനാണത്രെ ഈ മരത്തെ ആശ്രയിച്ചിരുന്നത്. ജപ്പാൻകാരാകട്ടെ മരത്തടികൊണ്ട് പല അലങ്കാരപ്പണികളും ചെയ്തിരുന്നു. ബാർക്ലേ കൊണ്ടുവന്ന ടാക്സസ് ഇനം (species) 'പസഫിക് യൂ' (Pacific yew) എന്ന പേരിലാണറിയപ്പെട്ടിരുന്നത്. പ്രാഥമിക പരിശോധനയിൽ ഈ സസ്യത്തിലെ സംയുക്തങ്ങൾക്ക് പ്രത്യർബുദശീലമുണ്ടെന്ന് തെളിഞ്ഞു.

തുടർന്ന് ഗവേഷണം ടാക്സസ് വൃക്ഷത്തിൽ കേന്ദ്രീകരിക്കപ്പെട്ടു. 1964-ന്റെ അവസാനത്തിലും 1965-ന്റെ തുടക്കത്തിലുമായി ഇത്തരത്തിൽ പ്രത്യർബുദശീലം കൃത്യമായി പ്രകടിപ്പിക്കുന്ന തന്മാത്രയെത്തന്നെ സസ്യത്തിൽ നിന്ന് വേർതിരിച്ചെടുത്തു. വടക്കൻ കരോളിനയിലെ ഗവേഷകനായ മോൺറോ.ഇ.വാൾ (Monroe.E.Wall) ആണ് ഈ നേട്ടം കൈവരിച്ചത്. 1966 സെപ്റ്റംബർ മാസത്തിലാണ് തന്റെ ഗവേഷണശാലയിൽ അദ്ദേഹം ഈ ദൗത്യം പൂർത്തിയാക്കിയതെങ്കിൽ 1967 ഏപ്രിലിൽ മിയാമി

ബീച്ചിൽ നടന്ന അമേരിക്കൻ കെമിക്കൽ സൊസൈറ്റിയുടെ യോഗത്തിലാണ് ഗവേഷണഫലം അവതരിപ്പിച്ചത്. അവിടെ വച്ചാണ് പുതിയ സസ്യജന്യ സംയുക്തത്തിന് ടാക്സോൾ (Taxol) എന്ന് പേര് കൊടുത്തതെന്ന് പറയപ്പെടുന്നു. പിന്നെയും നാലുവർഷത്തിന് ശേഷമാണ് വാളും സഹ ഗവേഷകനായ മാൻസുഖ് വാനിയും (Mansukh Wani) ചേർന്ന് ഗവേഷണ ഫലങ്ങൾ പ്രസിദ്ധീകരിച്ചത്. പ്രസ്തുത പ്രബന്ധത്തിൽ പുതിയ തന്മാത്ര യുടെ രാസഘടനയും വിശദമാക്കപ്പെട്ടിരുന്നു.

ഘടനാപരമായി ഒരു 'ഡൈടെർപീൻ' (Diterpene) ആയ ടാക്സോൾ, ടാക്സേൻ എന്ന ഉപവിഭാഗത്തിൽ ഉൾപ്പെടുന്ന സസ്യജന്യ സംയുക്ത മാണ്. ഇരുപത് കാർബൺ ആറ്റങ്ങളുള്ള ടെർപീനോയിഡുകളാണ് ഡൈടെർപീനുകൾ. പത്ത് കാർബൺ ആറ്റങ്ങളുള്ള ടെർപീനോയിഡ് സംയുക്തങ്ങളാണ് നമ്മൾ സാധാരണ ഉപയോഗിക്കുന്ന കർപ്പൂരവും മെൻഥോളും. ഇവ മോണോ ടെർപീനോയിഡുകളാണ്. മോണോ ടെർപീ നോയിഡുകളും സെസ്ക്വിടെർ പീനോയിഡുകളും (15 കാർബൺ ആറ്റ ങ്ങളുള്ളവ) സസ്യലോകത്ത് വ്യാപകമായി കാണപ്പെടുന്നവയും ബാഷ്പ ശീലമുള്ളവയുമാണ്. ഡൈടെർപീനോയിഡുകൾ അത്ര തന്നെ സുലഭ മല്ല. മിക്കതും ബാഷ്പശീലം കുറഞ്ഞ ഖരപദാർഥങ്ങളുമായിരിക്കും. മറ്റൊരു സംഗതി ടെർപീനോയിഡുകളുടെ വർഗീകരണത്തിൽ കാർബൺ ആറ്റങ്ങ ളുടെ എണ്ണത്തിൽ അങ്ങോട്ടും ഇങ്ങോട്ടുമൊക്കെ ചില്ലറ നീക്കുപോക്കുകൾ ചെയ്ത് ഘടനാസാമ്യതയ്ക്ക് മുൻഗണന കൊടുക്കാറുണ്ടെന്നുള്ളതാണ്.

ടാക്സസ് (Taxus) ഇനത്തിൽപ്പെട്ട സസ്യങ്ങളിൽ ഉൽപാദിപ്പിക്കപ്പെ ടുന്ന ഡൈടെർപീനോയിഡുകളുടെ പൊതു വിഭാഗമാണ് ടാക്സേൻ. ടാക്സോളിനെ കൂടാതെ മറ്റൊരു ടാക്സേനും ഔഷധപ്രാധാന്യമുള്ള തായിട്ടുണ്ട്. 'ഡോസെടാക്സെൽ' (docetaxel) എന്നാണ് ഈ സംയുക്ത ത്തിന്റെ പേര്. ഇതും അർബുദവിരുദ്ധശീലമുള്ളതാണ്. നാല് കാർബൺ വലയങ്ങൾ കൂടിച്ചേർന്നതാണ് ടാക്സോളിന്റെ അടിസ്ഥാന ഘടന. ഈ അടിസ്ഥാനഘടനയിൽ 17 കാർബൺ ആറ്റങ്ങളാണുള്ളത്. ഈ അടിസ്ഥാന ഘടനയോട് രണ്ട് ഹൈഡ്രോക്സിൽ ഗ്രൂപ്പുകൾ (OH), ഒരു കീറ്റോ ഗ്രൂപ്പ് (CO), മൂന്ന് അരോമാറ്റിക് ഗ്രൂപ്പുകൾ (Phenyl - C_6H_5), രണ്ട് അസറ്റയൽ ഗ്രൂപ്പുകൾ (CH_3COO) എന്നിവ വിവിധ സ്ഥാനങ്ങളിലായി ഘടിപ്പിച്ചിരി ക്കുന്നു. ഇതെല്ലാം കൂടി വ്യവസ്ഥാപിതമായി നാമകരണം ചെയ്തു കിട്ടുന്ന നെടുങ്കൻ പേരിനേക്കാൾ ടാക്സോൾ എന്ന് വിളിക്കുന്നതാണ് നമുക്കും ആ തന്മാത്രയ്ക്കും സുഖം. പക്ഷേ പിന്നീട് ഈ ഔഷധതന്മാത്രയുടെ വിതരണാവകാശം നേടിയെടുത്ത അമേരിക്കയിൽ BMS എന്ന സ്ഥാപനം (Bristol - Myers Squibb) TAXOL എന്നത് ഒരു വാണിജ്യനാമമായി



മോൺറോ.ഇ.വാളും മാൻസുഖ് വാനിയും

സ്വീകരിച്ച് കച്ചവടം തുടങ്ങി. BMSന്റെ നിർബന്ധപ്രകാരമാണോ എന്നറിയില്ല ടാക്സോളിന്റെ രാസനാമം 'പാസ്ളിടാക്സെൽ' (Pacli taxel) എന്ന് പരിഷ്കരിക്കപ്പെട്ടു.

കണ്ടുപിടിക്കപ്പെട്ട് ഏറെക്കാലം ഒരു മൂലയ്ക്ക് പൊടിപിടിച്ച് കിടക്കാനായിരുന്നു ടാക്സോളിന്റെ വിധി. ഇതിനിടെ 1975-ൽ മറ്റൊരു പരീക്ഷണത്തിൽ ടാക്സോളിന്റെ അർബുദ പ്രതിക്രിയാശീലം വീണ്ടും തെളിയിക്കപ്പെട്ടു. 1977-ൽ ടാക്സോൾ ശേഖരണം പുനരാരംഭിച്ചു. ടാക്സസ് വൃക്ഷങ്ങൾ വെട്ടിവീഴ്ത്തപ്പെട്ടു. ഗവേഷണം ചൂടുപിടിച്ചു. 1978-ൽ NCIയിൽ തന്നെ, ടാക്സോളിന്റെ ഔഷധഗുണം ലുക്കീമിയ ബാധിച്ച പരീക്ഷണ മൃഗങ്ങളിൽ (വെള്ള എലി) വിജയകരമായി പരിശോധിക്കപ്പെട്ടു. 1979-ൽ 'ആൽബർട്ട് ഐൻസ്റ്റൈൻ കോളേജ് ഓഫ് മെഡിസിനിലെ' ഫാർമക്കോളജിസ്റ്റായ സൂസൻ ഹോർവിറ്റ്സ് (Susan Horwitz) ടാക്സോളിന്റെ പ്രവർത്തനരീതി വിശദമാക്കുന്ന ഒരു പ്രബന്ധം പ്രസിദ്ധീകരിച്ചു. കോശവിഭജനത്തെ (mitosis) തടയലാണ് ടാക്സോളിന്റെ പ്രവർത്തനരീതി. കോശവിഭജനത്തെ സഹായിക്കുന്ന സൂക്ഷ്മനാളികളായ മൈക്രോട്യൂബുളുകളെ (microtuble) നിഷ്ക്രിയമാക്കിക്കൊണ്ടാണ് ടാക്സോൾ ഇത് സാധിക്കുന്നത്. അനിയന്ത്രിതമായ കോശവിഭജനമാണല്ലോ അർബുദമായി മാറുന്നത്. കോശവിഭജനം തടയപ്പെടുന്നതോടെ അർബുദവും നിർവീര്യമാക്കപ്പെടുന്നു. ഇത്തരത്തിൽ ശ്വാസകോശാർബുദം, സ്തനാർബുദം, ഗർഭപാത്രത്തെ ബാധിക്കുന്ന അർബുദം തുടങ്ങിയവയ്ക്കെല്ലാം ടാക്സോൾ

ഔഷധമായി നൽകി വരുന്നു; വിജയകരമായി രോഗശമനത്തിലെത്തിക്കുന്നു. രാസവസ്തുക്കൾ നേരിട്ട് ഔഷധമായി നൽകുന്ന ചികിത്സാരീതിയെ പൊതുവേ 'കീമോതെറാപ്പി' എന്നാണ് പറയുന്നത്. ഈ സംജ്ഞ ഇപ്പോൾ ക്യാൻസർ ചികിത്സയിലാണ് കൂടുതലായും ഉപയോഗിക്കുന്നത്. ഇന്ന് ലഭ്യമായവയിൽ ഏറ്റവും വിജയകരമായ കീമോതെറാപ്പി ഔഷധങ്ങളിലൊന്നാണ് ടാക്സോൾ. ക്യാൻസർ ചികിത്സയ്ക്ക് പുറമേ രക്തക്കുഴലുകളുടെ സങ്കോചത്തിലും ടാക്സോൾ ഒരു ഔഷധമായി ഉപയോഗിക്കുന്നുണ്ട്. മറ്റെല്ലാ അർബുദ ഔഷധങ്ങളെയും പോലെത്തന്നെ ടാക്സോളിനും കുറേ ദോഷങ്ങളുമുണ്ട്. മുടികൊഴിച്ചിൽ, ഉദരരോഗങ്ങൾ, പ്രതിരോധക്കുറവ് എന്നിവ അവയിൽ ചിലത് മാത്രമാണ്. അർബുദത്തോട് താരതമ്യം ചെയ്യുമ്പോൾ അവയൊന്നും ദോഷങ്ങളേ അല്ലെന്ന് വേണം പറയാൻ.

1988-ലെ കണക്കനുസരിച്ചുത്തന്നെ അർബുദചികിത്സയ്ക്ക് ആവശ്യമായ ടാക്സോൾ വേർതിരിച്ചെടുക്കണമെങ്കിൽ നാല് ലക്ഷത്തോളം ടാക്സസ് വൃക്ഷങ്ങൾ വെട്ടി വീഴ്ത്തേണ്ടി വരുമായിരുന്നുവത്രേ. ടാക്സോൾ ഉൽപാദനത്തിന് ഒരു മറുമാർഗം തേടിക്കൊണ്ടാണ് നാഷണൽ ക്യാൻസർ ഇൻസ്റ്റിറ്റ്യൂട്ട് ഔഷധഭീമന്മാരായ ബി.എം.എസ്സിന്റെ വലയിൽ കുടുങ്ങുന്നത്. ബി.എം.എസ്സിന്റെയും മറ്റ് കച്ചവട ഗവേഷണസംഘങ്ങളുടെയും കഠിനാധ്വാനഫലമായി, പക്ഷേ ടാക്സോളിന്റെ സംശ്ലേഷണം സാധ്യമാക്കുന്ന മാർഗങ്ങൾ വെട്ടിത്തുറക്കപ്പെട്ടു. ജർമനിയിലെയും ഫ്രാൻസിലെയും ഗവേഷണ സംഘങ്ങൾക്ക് അവകാശപ്പെട്ട ഇവയിൽ ചിലത് സസ്യജന്യ പദാർഥങ്ങളെക്കൂടി ആശ്രയിക്കുന്ന അർധസംശ്ലേഷണ രീതി (Semi synthetic)കളാണ്. ഇപ്പോൾ ടാക്സോൾ ഉൽപാദിപ്പിക്കപ്പെടുന്നത് 'പ്ലാന്റ് സെൽ ഫെർമെന്റേഷൻ' (Plant cell fermentation) എന്ന രീതി ഉപയോഗിച്ചാണ്. ന്യൂയോർക്കിലെ ഫൈറ്റോൺ ബയോടെക് (Phyton Biotech) എന്ന ഗവേഷണകേന്ദ്രത്തിൽ വികസിപ്പിക്കപ്പെട്ട ഈ രീതിയിൽ ഒരു വലിയ ഫെർമെന്റേഷൻ ടാങ്കിൽ വച്ച് '*പെൻസിലിയം റെയിസ്ട്രിക്കൈ (Pencillium raistrickii)* എന്ന ഫംഗസിന്റെ സഹായത്തോടെയാണ് ടാക്സോൾ ഉൽപാദിപ്പിക്കപ്പെടുന്നത്. ഏറ്റവും ലാഭകരവും പരിസ്ഥിതിസൗഹൃദവുമായ ഈ മാർഗത്തിൽ മറ്റ് രാസവസ്തുക്കളൊന്നും ഔഷധത്തിന്റെ കൂടെ കലരുന്നില്ലെന്ന് ഉറപ്പുവരുത്തപ്പെടുന്നു. 1993-ൽ ഉണ്ടായ മറ്റൊരു നിർണായകകണ്ടെത്തൽ ടാക്സസ് വൃക്ഷത്തിൽ അധിവസിച്ചുവരുന്ന ഒരിനം ഫംഗസും ടാക്സോൾ ഉൽപാദിപ്പിക്കുന്നുണ്ടെന്നുള്ളതാണ്. പിന്നീട് സാധാരണ കണ്ടുവരുന്ന മറ്റ് പല ഫംഗസുകളും ഇത്തരത്തിൽ ഈ അർബുദ ഔഷധതന്മാത്രകൾക്ക് ഉരുവം കൊടുത്തുകൊണ്ടിരിക്കുന്നുണ്ടെന്നും കണ്ടുപിടിക്കപ്പെട്ടു.

16

പനിയും പാരസിറ്റാമോളും

പനിവരാത്തവരായിട്ടാരുമില്ല; പാരസിറ്റാമോൾ കഴിക്കാത്തവരായും എന്ന് ഇതിനോട് കൂട്ടിച്ചേർത്താലും എതിർക്കാനാള് കുറവായിരിക്കും. പനിയെന്ന് കേട്ടാൽ ആദ്യം ഓർമയിലെത്തുന്ന സൂചകമാണ് മലയാളി ക്കിന്ന് പാരസിറ്റാമോൾ. എലി-പൂച്ച, പാമ്പ്-കീരി എന്നീ ദ്വന്ദ്വങ്ങളെപ്പോലെ ആജന്മശത്രുക്കളാണ് പനിയും പാരസിറ്റാമോളും എന്നാണ് പലരുടെയും ധാരണ. അറിഞ്ഞിടത്തോളം ഇത്രയും ഓമനത്തമുള്ള ഒരു പേര് മറ്റൊരു ഔഷധത്തിനുമില്ല. കുഞ്ഞിമോൾ, പൊന്നുമോൾ എന്നൊക്കെ പറയും പോലെ ഒരു കൊച്ചുമിടുക്കി.

അസെറ്റാമിനോഫെൻ (Acetaminophen) എന്നും പേരുള്ള പാരസി റ്റാമോൾ രാസപരമായി ഒരു ഫീനോൾ ആണ് (Phenol). എൻ-അസറ്റയ്ൽ -പാര-അമിനോഫീനോൾ (N-acetyl-P-aminophenol) എന്നാണ് ഇതിന്റെ രാസനാമം. ഈ നീണ്ട പേരിൽ നിന്ന് ആരൊക്കെയോ വിളിച്ചെടുത്ത ചെല്ലപ്പേരാണ് പാരസിറ്റാമോൾ. ലോകമെമ്പാടും ഏത് മരുന്നുകടയിൽ ച്ചെന്നും എപ്പോൾ വേണമെങ്കിലും (എത്ര വേണമെങ്കിലും?) ഒരു ഡോക്ട റുടെയും കുറിപ്പടിയില്ലാതെ വാങ്ങിയെടുക്കാവുന്ന ഔഷധങ്ങളിലൊന്നാണ് പാരസിറ്റാമോൾ. വിലയോ അതത് കാലത്തെ ഏറ്റവും സാധാരണ മിഠായി കളുടെ വിലയ്ക്ക് തുല്യവും. അതായത് പത്തുരൂപയ്ക്ക് പത്തെണ്ണം. ഇതു തന്നെയാണ് ഈ ഓമനമരുന്നിന്റെ ഗുണവും ദോഷവും.

ജ്വരഹാരികൾ അഥവാ ആന്റിപൈറെറ്റിക്കുകൾ (antipyretics) എന്ന വിഭാഗത്തിൽപ്പെടുന്ന ഔഷധമാണ് പാരസിറ്റാമോൾ. ശരീരോഷ്മാവ് കുറയ്ക്കുക, അല്ലെങ്കിൽ പനിയെ ഹരിക്കുക (ജയിക്കുക) എന്നതാണ് ഇവ രുടെ മുഖ്യധർമം. ഇവയെല്ലാം ഇടത്തരം വേദനാസംഹാരികളുമാണ്.

ആസ്പിരിൻ, ഇബുപ്രൂഫൻ (ibuprofen), നിമസുലൈഡ് (ഇന്ത്യയിൽ നിരോധിതം), നാബുമെറ്റോൺ ഇങ്ങനെ ഒരേസമയം വേദനസംഹാരി കളും ആന്റിപൈററ്റിക്കുകളുമായ നിരവധി മരുന്നുകളുണ്ട്. ഒരു സംശയവും വേണ്ട – ഇവയിൽ ഏറ്റവും ജനകീയവും ഏറ്റവും അപകടം കുറഞ്ഞതും പാരസിറ്റാമോൾ തന്നെയാണ്. പനിക്കു മാത്രമല്ല, പല്ല് വേദന മുതലായ പ്രാണവേദനകൾക്കും ഒരു പ്രാഥമിക തടയിടൽ എന്ന നിലയ്ക്ക് പാര സിറ്റാമോൾ ഉപയോഗിക്കപ്പെടുന്നുണ്ട്. സിറപ്പായും ഗുളികയായും ഇൻ ജക്ഷനായും ഉപയോഗിക്കാവുന്നതുമാണ്.

പനി ഒരു രോഗമല്ലെന്നും രോഗലക്ഷണമാണെന്നും പറയാറുണ്ട്. പക്ഷേ പനി ഒരു പ്രശ്നമാണ്, പ്രത്യേകിച്ചും കുട്ടികളിൽ. ശരീരോഷ്മാവ് ഒരു പരിധിക്കപ്പുറം ഉയരുന്നത് മറ്റ് പല സങ്കീർണതകളും സൃഷ്ടിച്ചേക്കാം. ചെറിയ കുട്ടികളിൽ ഇത് അപസ്മാരം പോലുള്ള ആശയക്കുഴപ്പങ്ങളായി മാറുന്നു. പനിയെത്തുടർന്നുണ്ടാകുന്ന അപസ്മാരത്തിനെ 'ഫെബ്രൈൽ സീഷർ' (Febrile seizure) എന്നാണ് പറയുന്നത്. ഇത് വാസ്തവത്തിൽ അപസ്മാരമേയല്ല; വെറും ഇളകൽ മാത്രമാണ്. എന്നിരിക്കിലും അത് തടയേണ്ടത് തന്നെ. പ്രായമേറിയവരിലും മറ്റു രോഗങ്ങൾക്കുള്ള മരുന്ന് കഴിക്കുന്നവരിലും പനിയുടെ ഊഷ്മാവ് വർധന സങ്കീർണതകളു ണ്ടാക്കാറുണ്ട്. അത്തരത്തിൽ നോക്കുമ്പോൾ പനി ഒരു രോഗമല്ലെ ങ്കിലും ഒരു അസുഖം (സുഖമല്ലാത്തത്) തന്നെയാണെന്ന് പറയേണ്ടിവരും.

ഹൈപ്പോത്തലാമസ് (Hypothalamus) ആണ് മനുഷ്യശരീരത്തിലെ ഊഷ്മാവ് നിയന്ത്രി ക്കുന്നത്. ശരീരോഷ് മാവ് ഒരു സ്ഥിരസംഖ്യ യല്ല. ഓരോ ജീവിവർഗ ത്തിലും അത് വ്യത്യ സ്തമാണെന്ന് മാത്രമല്ല ഒരേ വ്യക്തിയിൽത്ത ന്നെ, കാലാവസ്ഥയനു സരിച്ചും സമയമനുസ രിച്ചും അതിന്റെ അളവ് മാറിക്കൊണ്ടുമിരി ക്കുന്നു. ഒരേ ജീവിയിൽ ത്തന്നെ വ്യത്യസ്ത ശരീ രഭാഗങ്ങളിൽ വ്യത്യസ്ത ഊഷ്മാവായിരിക്കും.

എങ്കിലും ശരീരത്തിന്റെ, ആന്തരികവും ബാഹ്യവുമായ വ്യത്യസ്ത പ്രവർത്തനങ്ങൾ കൃത്യമായും സത്യമായും നടന്നുപോകണമെങ്കിൽ ശരീരോഷ്മാവിനെ ഒരു പരിധിക്കുള്ളിൽ നിയന്ത്രിച്ചു നിർത്തേണ്ടിയിരിക്കുന്നു. ഇതാണ് താപനിയന്ത്രണം. മസ്തിഷ്കഭാഗമായ ഹൈപ്പോത്തലാമസിന് താപനിയന്ത്രണത്തിന്റെ ഏകോപനച്ചുമതലയാണുള്ളത്. ശ്വസനവും, ദഹനവും മറ്റു ഉപാപചയ പ്രവർത്തനങ്ങളും രക്തചംക്രമണവും, വിസർജനവും ഒക്കെ ഉൾപ്പെട്ട ഒരു സങ്കീർണപ്രവർത്തനശൃംഖലയാണ് താപനിയന്ത്രണവും വാസ്തവത്തിൽ സാധ്യമാക്കുന്നത്. മൂക്കും മുടിയും കരളും കിഡ്നിയും പല്ലും നഖവും തൊലിയും ചെവിയും എല്ലാം ആ ശൃംഖലയുടെ കണ്ണിവിളക്കലുകളാണ്. മനുഷ്യനിലാണെങ്കിൽ വസ്ത്രവും മേൽവസ്ത്രവും അടിവസ്ത്രവും പുതപ്പും തൊപ്പിയും അതിനുമപ്പുറം ഫാനും ഏസിയും ഒക്കെ താപനിയന്ത്രണത്തിന്റെ പ്രത്യക്ഷമോ പരോക്ഷമോ ആയ ഘടകങ്ങളാണ്.

ചില വളർത്തുമൃഗങ്ങളുടെ സാധാരണ ശരീരോഷ്മാവ് താഴെ കൊടുക്കുന്നു; (എല്ലാം ഡിഗ്രി സെൽഷ്യസിൽ)

പശു	-	38.5	പശുക്കുട്ടി	-	39.5
പോത്ത്	-	38.2	ആട്	-	39.5
ചെമ്മരിയാട്	-	39.0	കുതിര	-	38.0
പന്നി	-	39.0	കഴുത	-	38.2
കോഴി	-	42.0	ഒട്ടകം	-	34.5–41.0

ഇതിൽ ചെറിയ വ്യതിയാനങ്ങളൊക്കെ വരാം. ഇതിൽ ഒട്ടകത്തിന്റെ കാര്യമാണ് രസകരം. നിത്യവും വെള്ളം കുടിക്കുന്ന ശീലമുള്ള ഒട്ടകങ്ങളുടെ ശരീരോഷ്മാവ് 36.5–39.5 എന്ന നിലയിലാണെങ്കിൽ അത്തരം ശീലത്തിന് സാധ്യതയില്ലാത്ത ഒട്ടകങ്ങളുടെ ശരീരോഷ്മാവ് 34.5–41.0 എന്ന റേഞ്ചിലായിരിക്കും. വളർത്തുപൂച്ചയുടെ (domestic cat) ശരീരോഷ്മാവ് സാധാരണ 38.6°C ആണെങ്കിലും ഒരു 52–56°C വരെ പൂച്ച സഹിക്കുമത്രെ. (ചൂടുവെള്ളം പൂച്ചയ്ക്കൊരു പ്രശ്നമല്ലെന്നാണ് പറയപ്പെടുന്നത്; അടുപ്പിൻതിണ്ണമേലുറങ്ങുന്ന ശീലവും ഓർക്കേണ്ടതാണ്). വളർത്തുനായുടെ ശരീരോഷ്മാവും ഈ റേഞ്ചിലൊക്കെത്തന്നെയാണ്; 38–39.2°C. സർപ്പങ്ങളുടെ ശരീരോഷ്മാവാകട്ടെ ചുറ്റുപാടുകളുടെ താപനിലയനുസരിച്ച് മാറിമറിഞ്ഞുകൊണ്ടിരിക്കും. അതാണ് ശീതരക്തജീവിതം. സസ്യങ്ങൾക്കും താപനിയന്ത്രണമില്ല.

മനുഷ്യനിലോ? ആരോഗ്യവാനായ ഒരു മനുഷ്യന്റെ സാധാരണ ശരീരോഷ്മാവ് 36.5°C-37.7°C ആണെന്നു പറയാം. ഇതു തന്നെ വിവിധ തരത്തിൽ അളന്നുനോക്കിയിട്ടുണ്ട്. രാവിലെ ആറ് മണിക്ക് ഒരാളുടെ വായ്ക്കുള്ളിലെ താപനില പരമാവധി 37.2°C ആണെങ്കിൽ വൈകീട്ട് നാലു മണിയോടെ അത് 37.7°C ആകുന്നു. മറ്റു ശരീരഭാഗങ്ങളിൽ, മറ്റു സമയങ്ങളിലൊന്നും താപനില ഇതായിക്കൊള്ളണമെന്നില്ല. (വായ്ക്കുള്ളിൽ തെർമോമീറ്റർ വച്ചാണല്ലോ സാധാരണ പനി അളക്കാറുള്ളത്). എങ്കിലും ആ പരിധി ശരാശരിയെടുത്താൽ മേൽപ്പറഞ്ഞ നിലയിൽത്തന്നെയായിരിക്കും. ഇതിൽ നിന്നുള്ള വർധനവിനെ പനിയായി കണക്കാക്കാവുന്നതാണ്. ഏതൊരു ജീവിയിലും ശരീരോഷ്മാവിലെ വർധന ഒരു രോഗലക്ഷണം തന്നെയായിട്ടാണെടുക്കുന്നത്.

പക്ഷേ പനി വന്നാൽ മാത്രമാണോ മനുഷ്യനിൽ ശരീരോഷ്മാവ് വർധിക്കുന്നത്? കൂടുതൽ കാലറിക മൂല്യമുള്ള ഭക്ഷണം കഴിക്കുക, (ഉദാ : ചിക്കൻ), ഉയർന്ന താപനിലയിൽ കഠിനമായ ജോലികൾ ചെയ്യുക, ചില പ്രത്യേകതരം വസ്ത്രങ്ങൾ (കമ്പിളി) ധരിക്കുക എന്നീ അവസരങ്ങളിലും ശരീരോഷ്മാവ് വർധിക്കും. മാനസികപ്രവർത്തനങ്ങളും താപനില വർധിപ്പിക്കാറുണ്ട്. അമിതമായ കോപം വരുന്നതിനെ 'ചൂടാവുക' എന്നാണല്ലോ സാധാരണ പറയാറുള്ളത്. ഇത്തരത്തിൽ ശരീരോഷ്മാവ് വർധിക്കുന്നതൊന്നും പനിയല്ലെന്ന് പ്രത്യേകം പറയേണ്ടതില്ലല്ലോ. പനിയെന്നത് വെറും ഊഷ്മാവ് മാത്രമല്ലല്ലോ. അകത്ത് തണുപ്പും പുറത്ത് ചൂടും - അതാണ് പനിയുടെ ലക്ഷണം.

വിവിധ താപനിലകളുടെ പൊതു സ്വഭാവം ഒന്നു പരിശോധിക്കാം :

1. 37°C - സാധാരണ ശരീരോഷ്മാവ്.
2. 38°C - ശരീരം വിയർക്കുന്നു, അസ്വസ്ഥത, വിശപ്പ് കൂടുന്നു, കോപം വരുന്നു.
3. 39°C - പനി; ശ്വാസമെടുക്കാൻ ബുദ്ധിമുട്ട്
4. 40°C - വർധിത ക്ഷീണം, തളർച്ച, നിർജലീകരണം, ഛർദ്ദി.
5. 41°C - ബോധക്ഷയം, അടിയന്തിരശ്രദ്ധ വേണ്ട അവസ്ഥ.
6. 42°C - വർധിതമായ രക്തസമ്മർദം, വർധിതമായ ഹൃദയമിടിപ്പ്, അടിയന്തിരാവസ്ഥ.
7. 43°C - ഹൃദയസ്തംഭനം, ശ്വാസം നിലയ്ക്കൽ, മസ്തിഷ്കം തകരാറിലാകാം, മരണം സംഭവിക്കാം.
8. 44°C - മരണം തന്നെ.

ഇത് അന്തരീക്ഷതാപനിലയുടെ കാര്യമല്ല, ശരീരോഷ്മാവിന്റെ കാര്യമാണ്. കഴിഞ്ഞ വേനലിൽ കേരളത്തിൽ പലയിടത്തും അന്തരീക്ഷതാപനില 42°C നൊക്കെ മുകളിലായിരുന്നല്ലോ. മനുഷ്യനല്ലേ 46°C വരെയൊക്കെ പിടിച്ചുനിൽക്കാനും മനുഷ്യനാവും. ഇനി കീഴ്പ്പോട്ടു പോന്നാലോ? 14°C വരെയൊക്കെ ശരീരോഷ്മാവിനെ പിടിച്ചുനിർത്തിയ സംഭവങ്ങളുമുണ്ടത്രെ.

ഈ ശരീരതാപനിലകളിൽ, പനി എന്ന ലക്ഷണത്തിനോട് പ്രതികരിച്ച് ഊഷ്മാവിനെ കുറച്ചുകൊണ്ടുവരുന്ന ഔഷധങ്ങളാണ് ആന്റിപൈറെറ്റിക്കുകൾ. ആന്റിപൈറെറ്റിക്കുകളുടെ നേതാവായ പാരസിറ്റാമോളിന്റെ ചരിത്രവും പ്രവർത്തനവുമാണ് ഇനി പറയാനുള്ളത്.

പാരാസിറ്റാമോളും പാരകളും

ഒരു സാധാരണ കെമിക്കൽ ലബോറട്ടറിയിൽ ഉണ്ടാകാനിടയുള്ള - ഇല്ലെങ്കിൽത്തന്നെ എളുപ്പത്തിൽ സംഘടിപ്പിക്കാവുന്ന - ചില രാസവസ്തുക്കളെപ്പറ്റി പറഞ്ഞുകൊണ്ട് തുടങ്ങാം. ഫീനോൾ, സോഡിയം നൈട്രേറ്റ് സോഡിയം ബോറോ ഹൈഡ്രൈഡ്, അസറ്റിക് അൻഹൈഡ്രൈഡ് എന്നിവയാണ് പ്രസ്തുത പദാർഥങ്ങൾ. ഇനി ആദ്യമായി ഫീനോളിനെ എടുത്ത് 'നൈട്രേറ്റ് ചെയ്യുക'; എന്നുവച്ചാൽ സോഡിയം നൈട്രേറ്റുമായി രാസപ്രവർത്തനം നടത്തുക. ഫീനോൾ ക്രിയാശീലം കൂടിയ ഓർഗാനിക് സംയുക്തമാണ്, സാധാരണ അവസ്ഥയിൽത്തന്നെസോഡിയം നൈട്രേറ്റുമായി പ്രവർത്തിച്ച് ഫീനോൾ, നൈട്രോഫീനോളുകളായി മാറും. ഇവയിലെ പാരാ നൈട്രോഫീനോൾ എന്ന ഐസോമറിനെ വേർതിരിച്ചെടുക്കുക. തിളനിലയെ ആധാരമാക്കി ചെയ്യുന്ന ഈ ഘട്ടവും എളുപ്പമാണ്. പാരാനൈട്രോഫീനോളിനെ സോഡിയം ബോറോ ഹൈഡ്രൈഡുപയോഗിച്ച് നിരോക്സീകരണത്തിന് വിധേയമാക്കുക. അപ്പോൾ കിട്ടുന്ന പാരാ അമിനോ ഫീനോളിനെ അസറ്റിക് അൻഹൈഡ്രൈഡുമായി പ്രതിപ്രവർത്തിപ്പിക്കുക. കഴിഞ്ഞു. ഒടുക്കം കിട്ടുന്ന ഉൽപന്നം പാരാ അസറ്റയ്ൽ അമിനോഫീനോൾ എന്ന ഓർഗാനിക് സംയുക്തമാണ്. അതിനെയാണ് നമ്മൾ 'പാരസിറ്റാമോൾ' എന്ന ഓമനപ്പേരിട്ടു വിളിക്കുന്നത്. അമേരിക്കക്കാരൻ പക്ഷേ ഈ മിടുക്കിക്കുട്ടിക്ക് 'അസറ്റമിനോഫെൻ' എന്ന ആൺ പേരാണ് നൽകിയിരിക്കുന്നത്. ഒരേ രാസനാമത്തിൽ നിന്നു തന്നെയാണ് ഈ രണ്ടുപേരുകളും രൂപപ്പെടുത്തിയിരിക്കുന്നത്.

Para - acetyl aminophenol - Paracetamol

Para - acetyl amino phenol - Acetaminophen

(അടിവരയിട്ടത് ചേർത്ത് വായിക്കുക)

ഒന്നായതിനെ രണ്ടായിക്കണ്ടാലേ ചിലപ്പോൾ ശാസ്ത്രലോകത്തിനും മനസ്സമാധാനം കിട്ടൂ! നേരത്തെപ്പറഞ്ഞ രാസപ്രവർത്തനങ്ങളെ ഇങ്ങനെ ചുരുക്കാം.

1. ഫീനോൾ + സോഡിയം നൈട്രേറ്റ് → ഓർത്തോ നൈട്രോഫീനോൾ + പാരാനൈട്രോഫീനോൾ
2. പാരാനൈട്രോഫീനോൾ + സോഡിയം ബോറോ ഹൈഡ്രൈഡ് → പാരാ അമിനോഫീനോൾ
3. പാരാഅമിനോഫീനോൾ + അസറ്റിക് അൻഹൈഡ്രൈഡ് → പാരാ സിറ്റാമോൾ

ഓർഗാനിക് വലയസംയുക്തമായ ബെൻസീനിൽ (C_6H_6) ഒരു ഹൈഡ്രോക്സിൽ ഗ്രൂപ്പ് (OH) ഘടിപ്പിക്കപ്പെട്ടിരിക്കുന്ന സംയുക്തമാണ് ഫീനോൾ. ഇതൊരു ആരോമാറ്റിക് ആൽക്കഹോൾ ആണ്, പെട്രോളിയം ശുദ്ധീകരണ പ്രക്രിയയുടെ ഉപോൽപന്നമാണ്. ഇതിന്റെ ഗന്ധത്തിനെ കാർബോളിക് ഗന്ധം എന്നാണ് പറയുക. ആ പേരിൽ പണ്ടൊരു സോപ്പുണ്ടായിരുന്നുവത്രേ. കാർബോളിക് ആസിഡ് എന്നും ഫീനോളിന് പേരുണ്ട്. പഴയ ലൈഫ് ബോയ് സോപ്പിനും കാർബോളിക് ഗന്ധമാണ്. നിലം തുടയ്ക്കാനുപയോഗിക്കുന്ന 'ഫീനയ്ൽ' ലായനിയിലും ഫീനോൾ ഉണ്ട്. 'ബേക്കലൈറ്റ്' പോലുള്ള പ്ലാസ്റ്റിക്കുകളും ഫീനോളിൽ നിന്നാണ് രൂപപ്പെടുത്തുന്നത്.

പക്ഷേ, ഫീനോൾ ശരീരത്തിൽ വീണാൽ കുറച്ചുനേരത്തിനകം പൊള്ളിത്തിണർക്കും. ഫീനോളിൽ നിന്ന് ഉരുവം കൊണ്ട പാരസിറ്റാമോളോ - പനിയുടെ പൊള്ളൽ തണുപ്പിച്ചുകൊണ്ടുവരും - അതാണ് രസതന്ത്രത്തിന്റെ കളി.

പാരസിറ്റാമോൾ മനുഷ്യശരീരത്തിൽ പ്രവർത്തിക്കുന്നതിനെപ്പറ്റി പല നിഗമനങ്ങളുണ്ട്. അവയിൽ ഏറ്റവും ലളിതമായ നിഗമനപ്രകാരം പാരസിറ്റാമോൾ തന്മാത്രകൾ ശരീരത്തിലെ ഒരു പ്രമുഖ എൻസൈം കുടുംബമായ 'സൈക്ലോജിനേസി' (Cyclogenase - Cox എന്ന് ചുരുക്കം)നെയാണ് സമീപിക്കുന്നത്. സൈക്ലോജിനേസുകളെ പാരസിറ്റാമോൾ തന്മാത്രകൾ നിർവീര്യമാക്കുന്നു. Cox കുടുംബമാണ് ശരീരത്തിൽ 'പ്രോസ്റ്റാഗ്ലാൻഡിനുകൾ' (Prostaglandins) എന്ന ഇനം സംയുക്തങ്ങളുടെ ഉൽപാദനത്തെ നിയന്ത്രിക്കുന്നത്. പ്രോസ്റ്റാഗ്ലാൻഡിനുകളിൽ PH_2 എന്ന വിഭാഗമാണ് ശരീരത്തിൽ വേദനയുളവാക്കുന്ന സംയുക്തങ്ങളുൽപാദിപ്പിക്കുന്നത്; PE_2 എന്ന കൂട്ടമാണ് ഹൈപ്പോത്തലാമസിന്റെ താപനിയന്ത്രണത്തിൽ ഇടപെട്ട് ശരീരോഷ്മാവ് വർധിപ്പിക്കുന്നത്. Cox → പ്രോസ്റ്റാഗ്ലാൻഡിൻ → വേദന/വർധിച്ച ഊഷ്മാവ് അതാണ് ക്രമം (ഏറ്റവും ലളിതമാക്കിയാൽ).

എങ്കിൽ Cox എന്ന കുടുംബത്തെത്തന്നെ അങ്ങ് കലക്കിയാലോ? അതാണ് പാരസിറ്റാമോൾ ചെയ്യുന്നതെന്ന് ഒരു വലിയ വിഭാഗം പഠനങ്ങൾ സൂചിപ്പിക്കുന്നു. പാരസിറ്റാമോളിനും മുൻപേ കളത്തിലിറങ്ങിയ ആസ്പിരിനും ഇതു തന്നെയായിരുന്നു വിനോദം - 'കുടുംബം കലക്കൽ'. ഒന്ന് കലങ്ങി മറ്റൊന്ന് തെളിയുന്ന രസതന്ത്രം.

ആദ്യകാലങ്ങളിൽ സസ്യജന്യ പദാർഥങ്ങൾ തന്നെയായിരുന്നു ആന്റിപൈററ്റിക്കുകളായും ഉപയോഗിച്ചിരുന്നത്. ഇവയിൽ മിക്കതും കുരുമുളക് കഷായം, ചുക്കുകാപ്പി, സാലിസിൻ (വില്ലോമരത്തിന്റെ സത്ത്) എന്നിങ്ങനെയുള്ള മിശ്രിതങ്ങളായിരുന്നു. ക്വിനയ്ൻ പോലെ അപൂർവ്വം ചില ശുദ്ധ പദാർഥങ്ങളും ഉപയോഗിച്ചിരുന്നു. ജീവിതം വ്യവസായവൽകരിക്കപ്പെട്ടതോടെ രോഗവും ഒരു സാമ്പത്തികസാധ്യതയായി. ഔഷധങ്ങൾ സ്വർണത്തേക്കാൾ മൂല്യവത്തായ, പെട്രോളിയത്തോളം അധികാരമൂല്യമുള്ള വിപണന വസ്തുക്കളായി. വ്യാവസായികകാലത്തിന്റെ രോഗം മാറ്റാൻ ചുക്കും കുരുമുളകും തിപ്പിലിയുമൊന്നും പോരാതായി. ഓർഗാനിക് സംശ്ലേഷകങ്ങൾ (Synthetic organic compounds) വൈദ്യനേക്കാൾ വലിയ ശിങ്കിടിയായി മാറുന്ന കാഴ്ചയാണ് പിന്നത്തേത്. മനുഷ്യന്റെ ആരോഗ്യമെന്നത് ഔഷധനിർമാണക്കമ്പനികളുടെ ഔദാര്യമായി മാറി. അവർ ഔഷധങ്ങളുണ്ടാക്കി പ്രത്യൗഷധങ്ങളും അവർ തന്നെ വിതരണം ചെയ്തു (ഏതാണാവോ ആദ്യമുണ്ടാക്കി വച്ചത്).

സാധാരണ ഡോസുകളിൽ (1000 mg വരെ) പാരസിറ്റാമോളിന് വലിയ ദോഷങ്ങളൊന്നുമില്ലെന്ന് വേണം പറയാൻ. വിഴുങ്ങപ്പെട്ട് പതിനൊന്നാം നിമിഷം മുതൽ തന്റെ ഡ്യൂട്ടി തുടങ്ങുന്ന ഔഷധം ഏതാണ്ട് നാലുമണിക്കൂറോളം ഫുൾഫോമിലായിരിക്കുമെന്നാണ് പറയപ്പെടുന്നത്. ആസ്പിരിനെ അപേക്ഷിച്ച് ഉദരപ്രശ്നങ്ങൾ കുറവാണെങ്കിലും സ്ഥിരമായി ഉപയോഗിച്ചാൽ കരളിനെയും വൃക്കകളെയും ബാധിക്കുമെന്ന് തെളിയിക്കപ്പെട്ടിട്ടുണ്ട്. ഇതിൽത്തന്നെ കരളിനെയാണ് പാരസിറ്റാമോൾ ഏറ്റവുമധികം ബാധിക്കുന്നത്. ലോകത്തെവിടെയും കരൾരോഗം ബാധിച്ചുള്ള മരണങ്ങളിൽ മദ്യപാനത്തോളം നിർണായകമാണ് അമിതമായ പാരസിറ്റാമോൾ ഉപയോഗം എന്ന് കണക്കാക്കിയിട്ടുണ്ട്.

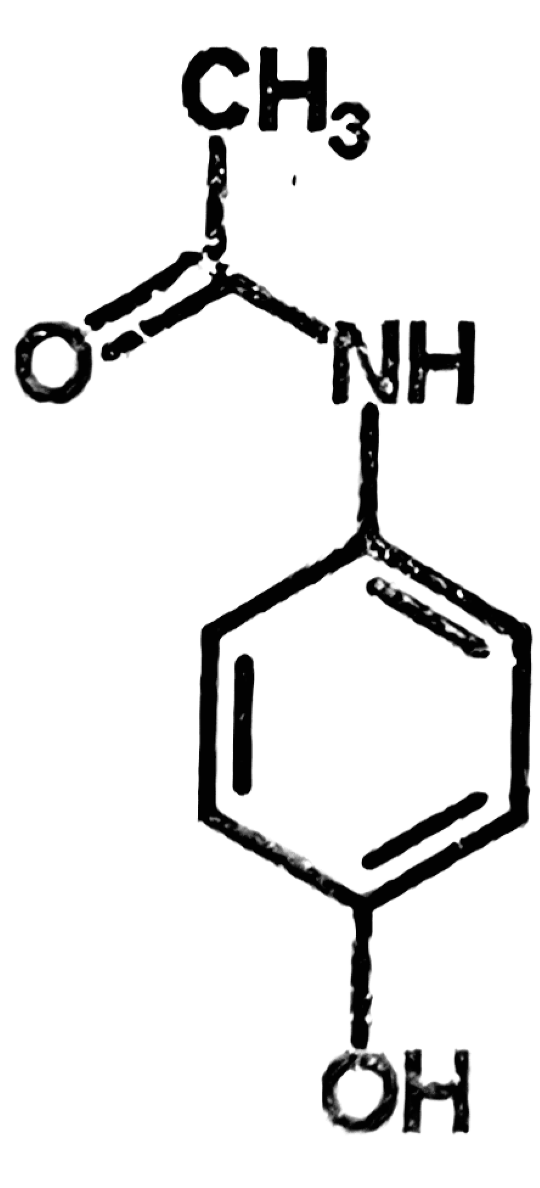
വയറ്റിലെത്തിയാൽപ്പിന്നെ ഔഷധവും ഭക്ഷണമാണല്ലോ. ദഹനപ്രക്രിയയിൽ പെടുന്ന പാരസിറ്റാമോളിൽ നിന്നും ആദ്യമുണ്ടാകുന്നത് 'ക്വിനോൺ ഇമിൻ' എന്ന തന്മാത്രയാണ്. (ഈ ദഹനം നടക്കുന്നത് പാരസിറ്റാമോളിനെ ശരീരത്തിൽ നിന്ന് നീക്കം ചെയ്യുന്നതിന് വേണ്ടി കൂടിയാണ്). ക്വിനോൺ ഇമിൻ അത്യന്തം അപകടകാരിയാണ്. അത് കരളിലെ 'ഗ്ലൂട്ടാത്തയോൺ' (Glutathione) തന്മാത്രകളുമായി രാസബന്ധനത്തിലേർപ്പെടുന്നു.

ഗ്ലൂട്ടാത്തയോൺ കിട്ടാതെയാവുമ്പോൾ പ്രോട്ടീനുകളോടും ന്യൂക്ലിക് അമ്ല ങ്ങളോടും പ്രതിപ്രവർത്തിക്കുന്നു. ഒരുമാതിരി അറ്റകുറ്റപ്പണികളൊക്കെ സ്വയം ചെയ്യാൻ കഴിവുള്ള കരളിനെ തകർത്തുകളയുന്നു. ഗ്ലൂട്ടാത്തയോ ണിന്റെ ആദിമൂലമായ അസറ്റയ്ൽ സിസ്റ്റീൻ (acetyl cysteine - ഒരു അമിനോ ആസിഡ്) ആണ് പാരസിറ്റാമോളിന്റെ പ്രത്യൗഷധം. 'മെതയോനിൻ' (Methionine) എന്ന മറ്റൊരു പ്രത്യൗഷധം പാരസിറ്റാമോളിന്റെ കൂടെ ചേർത്ത് 'പാരാഡോട്ട്' എന്ന പേരിലും വിപണിയിലുണ്ടത്രെ. വിഷവും പ്രതി വിഷവും ഒരേ പാത്രത്തിൽത്തന്നെ വിളമ്പുന്ന രസതന്ത്രം.

ഏറ്റവും അവസാനമായി പറഞ്ഞ് കേൾക്കുന്നത് അമിതമായ പാര സിറ്റാമോൾ ഉപയോഗം രക്താർബുദത്തിനും കാരണമാവുമെന്നാണ്. പക്ഷേ പാരസിറ്റാമോളിലെ 'പാര' എന്ന വാക്ക് സൂചിപ്പിക്കുന്നത് ഇത്തരം ദൂഷ്യ ഫലങ്ങളെയൊന്നുമല്ല കേട്ടോ. അത് ആ തന്മാത്രയുടെ ഘടനയിലേ ക്കുള്ള താക്കോൽ ആണ്. "അപ്പുറത്ത്', 'അങ്ങേപ്പുറത്ത്' എന്നൊക്കെ അർഥം വരുന്ന ഒരു ഗ്രീക്ക് പ്രയോഗമാണ് 'പാര'. പാരസിറ്റാമോൾ തന്മാത്രയിൽ, ബെൻസീൻ വലയത്തിന്റെ എതിർകോണുകളായി - നേരെ അപ്പുറത്തും ഇപ്പുറത്തുമായാണ് ഹൈഡ്രോക്സിൽ ഗ്രൂപ്പും അസറ്റയ്ൽ അമിനോ ഗ്രൂപ്പും (CH_3CONH-)ക്രമീകരിക്കപ്പെട്ടിരിക്കുന്നത് (അപ്പോൾ മൊത്തം രണ്ട് പാരകൾ അല്ലേ!).

ആരാണ് പാരസിറ്റാമോളിന്റെ അച്ഛനും അമ്മയും? അതുകൂടി പറഞ്ഞേ തീരൂ. പാരസിറ്റാമോളിന് പാര പണിഞ്ഞ കഥയാണത്.

കൃത്രിമ ജ്വരഹാരികളെ തേടിയുള്ള യാത്രയിൽ ആദ്യം കിട്ടിയത് അസ റ്റാനിലൈഡ് (acetanilide) എന്ന സംയുക്തമായിരുന്നു. 1886-ൽ 'ആന്റി ഫെബ്രിൻ' (antifebrin) എന്ന പേരിൽ ഇത് ഔഷധലോകത്ത് വിതരണം ചെയ്യപ്പെട്ടു. തൊട്ടുപിന്നാലെ 1887-ൽ 'ഫിനാസെറ്റിൻ' (Phenacetin) എന്ന സംയുക്തവുമെത്തി. രണ്ടും 'അനിലിൻ' (Aniline) എന്ന ഓർഗാനിക് സംയുക്തത്തിന്റെ വകഭേദങ്ങ ളായിരുന്നു. ബെൻസീൻ വലയത്തിൽ അമിനോ ഗ്രൂപ്പ് (NH_2) ഉള്ള സംയുക്തമാണ് അനിലിൻ. ഇത് അർബുദകാരകവുമാണ്; വിഷവസ്തുവാണ്. എന്തൊക്കെ അപകടങ്ങളാണ് സംഭവിച്ചിരിക്കുക എന്ന് അറിയില്ല - പക്ഷേ അസറ്റാനിലൈഡ് വളരെ പെട്ടെന്ന് തന്നെ പിൻവലിക്കപ്പെട്ടു. താരതമ്യേന ദോഷം കുറഞ്ഞ ഫിനാസെറ്റിൻ അരങ്ങ് തകർത്തു. ഔഷധഭീമന്മാരായ 'ബേയർ' (Bayer) അണിയറ യിൽ എല്ലാം നിയന്ത്രിച്ചു. 1877-ലെ പാരസിറ്റാമോൾ



പാരസിറ്റാമോൾ

തന്മാത്ര സംശ്ലേഷണം ചെയ്യപ്പെട്ടിരുന്നു. ജോൺ ഹോപ്കിൻ യൂണിവേഴ്സിറ്റിയിലെ 'ഹാർമൻ മോർസ്' (Harmon Morse) എന്ന ശാസ്ത്രജ്ഞനായിരുന്നു ഇതിന്റെ നേതൃത്വം വഹിച്ചിരുന്നത്. പിന്നീട് 1887-ൽത്തന്നെയാണ് ഇത് ആദ്യമായി രോഗികളിൽ പരീക്ഷിക്കപ്പെടുന്നത്. തുടർന്ന് പക്ഷേ ഫിനാസെറ്റിനോട് താരതമ്യം ചെയ്തപ്പോൾ അപകടകാരിയാണ് പാരസിറ്റാമോൾ എന്ന പരീക്ഷണഫലമാണ് പുറത്തുവന്നത്. ശുദ്ധീകരിക്കാത്ത പാരസിറ്റാമോളാണ് അന്ന് പരീക്ഷണത്തിനെടുത്തത് എന്ന് വെളിവാക്കപ്പെടുന്നത് ദീർഘമായ അറുപത് വർഷങ്ങൾക്കിപ്പുറമാണ്. 1947-ൽ ലെസ്റ്റർ, ഗ്രീൻബെർഗ് എന്നീ രണ്ടു ശാസ്ത്രജ്ഞരുടെ ഗവേഷണം ചെന്നെത്തിയത് അസറ്റാനിലൈഡ് മനുഷ്യശരീരത്തിൽ വച്ച് പാരസിറ്റാമോളും അനിലിനും ആയാണ് മാറുന്നത് എന്ന സത്യത്തിലാണ്. മാത്രമല്ല, ശുദ്ധീകരിച്ച പാരസിറ്റാമോൾ അപകടകാരിയല്ല എന്നും അവർ കണ്ടെത്തി. തുടർഗവേഷണത്തിലൂടെ 'ബ്രോഡി', 'ആക്സൽറോഡ്' (Brodie, Axelrod) എന്നീ ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ രണ്ടാമത്തെ സത്യവും കണ്ടുപിടിച്ചു; (സത്യം ഒന്നല്ല, പലതാണ്) ഫീനാസെറ്റിനും മനുഷ്യശരീരത്തിലൂടെ കടന്നുപോവുമ്പോൾ പാരസിറ്റാമോൾ ആയി മാറുന്നുണ്ട് എന്ന, പാരസിറ്റാമോൾ ആയേ മാറുകയുള്ളൂ എന്ന ഇത്തിരികൂടി കടുത്ത സത്യം. അത് പാരസിറ്റാമോളിന്റെ പുനർജന്മമായിരുന്നു. തുടർന്ന് 1953-ൽ പാരസിറ്റാമോൾ ഔഷധവിപണിയിലെത്തി. ടൈലീനോൾ, പാനസോൾ, അകാമോൾ, കാൽപോൾ, ക്രോസിൻ എന്നിങ്ങനെ പലപല ചെല്ലപ്പേരുകളിൽ, പല പല ദേശങ്ങളിൽ തുടർന്നുവരുന്ന ആ ജൈത്രയാത്ര അറുപതുവർഷം പൂർത്തിയാക്കിയിരിക്കുന്നു.

മോഹനകൃഷ്ണൻ കാലടി

എ ഫോർ ആസ്പിരിൻ ബി ഫോർ ബേക്കലൈറ്റ്

രസമുള്ള രസതന്ത്രവിശേഷങ്ങൾ

നമ്മുടെ നിത്യജീവിതത്തെ മാറ്റിമറിച്ച ചില രാസികങ്ങൾ. അവയുടെ രസതന്ത്രം. സാമൂഹിക പ്രസക്തി. പാരിസ്ഥിതിക പ്രാധാന്യം എന്നിവ വിശകലനം ചെയ്യുന്നു. വ്യത്യസ്തതയാർന്ന ഒരു രസതന്ത്ര ആഖ്യാനമാണ് മോഹനകൃഷ്ണൻ കാലടി ഇതിൽ നിർവഹിച്ചിരിക്കുന്നത്.

കേരള ശാസ്ത്രസാഹിത്യ പരിഷത്ത്
ISBN : 978-93-83330-64-5
₹ 80.00